PROJEKT

NOWÉY MACHINY

PAROWÉY OBROTOWÉY.

JANA MILE

Professora przy król: Uniwersytecie Warszaw: Członka król: warszawskiego Towarzystwa Przyiacioł Nauk.

(Przedrukowano z Izydy Polskiéy na rok $18\frac{27}{28}$ T. I. Nr. 3).

W WARSZAWIE
W DRUKARNI JÓZEFA WĘCKIEGO.

1828.

PROJEKT NOWÉY MACHINY

PAROWÉY OBROTOWÉY.

1. Używaiąc zwyczaynych tłokowych machin parowych, traci się, iak o tém P. Clement się przekonał, około połowę ciepła tego, które spotrzebowane wydaie paliwo, (*) i znowu około połowę téy siły, iaka odpowiada parze powstałéy z połowy cieplika otrzymanego z użytego materyału opałowego. Albowiem skutek machiny rzeczywiście otrzymany, w porównaniu do ilości pary działaiącéy, wypada tylko mniéy więcéy na połowę tego, iaki wyprowadzony iest rachunkiem (**); a ilość pary działaiącéy odpowiada ilości utaionego cieplika tylko połowy spotrzebowanego paliwa. Całkowity więc skutek machiny iest taki,

(*) Borgnis, *Traité complet de mecanique appliquée aux arts. Paris 1818. T. I. p. 82.*

(**) Janicki o machinach parowych, Warszawa 1823 k. 89, i w końcu przez Prechtla podana tablica, takową stratę wyrażaiąca w machinach różnéy wielkości.

iak gdyby wynikał z czwartéy tylko części spotrzebowanego materyału palnego: zaczém idzie, że utrzymanie w działaniu machiny wymaga około cztéry razy więcéy paliwa, iakby potrzebowało wtenczas, gdyby wszystek w niém utaiony cieplik mógł bydź wyłącznie na skutek pożądany obróconym. Dokazać tego iednak niepodobna: bo naprzód, musi koniecznie się tracić część cieplika w około uchodząca przez promieniowanie i zetknięcie z powietrzem ogrzanego pieca i machiny; powtóre: część siły na dźwiganie ubocznych części machiny i przezwyciężenie ich tarcia, nigdy ginąć nieprzestanie; nareszcie, dla niepodobieństwa zupełnéy szczelności, część pary bez zrządzenia skutku zawsze się tracić będzie. Jednak, gdy usunąć zupełnie przeszkód w otrzymaniu naywiększego skutku niemożna, przynaymniéy ie zmnieyszyć się starano. Tym końcem usiłowano poczynić rozmaite ulepszenia pieców i kotłów, niemniéy samych machin parowych. Pomiiaiąc piérwsze, nad drugiemi tylko teraz się zastanowię.

Do usiłowań tego drugiego rodzaiu, to iest: zamierzaiących ograniczyć stratę siły pary, głównie należy zastąpienie zwyczaynych machin parowych tłokowych, machinami bezpośrednio obrotowemi, czyli rotacyynemi (*a rotation immédiate*). W takich bowiem, naprzód: ubyłoby tarcie tłoku w walcu parowym, które iest wielkie: bo w nim

tłok musi bardzo ciasno chodzić, czyli ściśle do ścian walca przystawać, aby nie przepuszczał zgęszczonéy pary; a potém, zamiast, iak w zwyczaynych machinach, zamieniania ruchu prostokreślnego powrotowego, czyli odbywaiącego się tam i napowrót, na ruch obrotowy ciągły w iednę stronę, takowy w machinach obrotowych wypadłby od razu. Przy zamiąnie zaś piérwszego ruchu na drugi, może wyniknąć strata w sile ztąd: że, nim ieszcze ruch prostokreślny tłoku sam z siebie ustaie w iedną stronę, iuż go siła pary poczyna poruszać w przeciwną; a tak, gdy przeciw części własnego skutku para działa, siła iéy w téy części bezużytecznie trawić się może. Nądto w obrotowéy machinie obydź się można nietylko bez wahacza (*balancier*), ale także, co iedną z głównych iest korzyścią, bez toczonego i wewnątrz polerowanego walca, który w całéy machinie tłokowéy iest częścią naytrudnieyszą do zrobienia, i dla tego naydroższą.

Z tém wszystkiém, w machinach obrotowych, tak wiele korzyści zapowiadaiących, które dotąd wykonano, niemożna się było ustrzédz braku szczelności, a tém samém znacznéy straty pary, i wielkiego tarcia, co przeważało korzyści skądinąd wypływaiące; i dla tego nieutrzymały się takowe w używaniu. Z tych wad, ile się spodziewam, piérwsza prawie zupełnie zniesiona,

a druga znacznie iest zmnieyszona w machinie obrotowéy, któréy tu opis następuie, a któréy mechanizm, iak mi się zdaie, bardzo iest prosty.

2. Dla powzięcia ogólnego wyobrażenia składu machiny, wystawmy sobie walec *a a* (fig. 1) takiéy wysokości iak iego średnica, zaopatrzony w pośrodku obudwóch swoich płaskich powierzchni ośiami *b b*, osadzonemi pod 45° względem poziomu; na których się zatém cały walec *a a* tak obracać może, że ruch iego odbywać się będzie w płasczyznie *c c*, pochyłonéy do poziomu także na 45°, tylko że z przeciwnéy strony. Jeżeli do tak ustawionego walca wprowadzimy blisko iego obwodu, przez górne dno, otwartą rurę *d d*, dolnym końcem sięgaiącą aż do obwodu dolnego dna, na stronie przeciwnéy; natenczas, w czasie obrotu walca, rura ta opisywać będzie końcami swemi dwa koła *d e*, *e' d'* (fig. 2) położone w płasczyznach także na 45° do poziomu pochyłonych. W czasie ruchu, końce rury *d d*, na przemian raz wyżéy i znowu niżéy znaydować się muszą; i chociaż obrót każdego końca w tę samę stronę się odbywa, przecież, gdy ieden koniec będzie się wznosić, właśnie wtenczas drugi opuszczać się musi. I tak, gdy rura *d d* (fig. 1 i 2) przyymie położenie pionowe, i koniec iéy górny naywyżéy będzie wzniesiony, wtedy dolny iéy koniec naywięcéy opuszczony, przypadnie poniżéy środka *o*,

walca *aa;* a w położeniu rury poziomem *e e*, górny koniec znaydzie się w nayniższém, a dolny w naywyższém stanowisku, obadwa zaś razem wtedy przypadną w poziomie równo ze środkiem walca. Teraz przypuśćmy, że walec *a a* blisko do połowy wypełniony iest wrzącą wodą, i że drugą połowę zaymuie para zgęszczona, w takim razie zostaiąc rura w pionowém położeniu *dd* (fig. 1), i maiąc dolny koniec w wodzie zanurzony, więc nią zamknięty, zostanie tą wodą wypełniona, którą zgęszczona para w górę wciśnie: gdy zaś rura ta przyydzie do poziomego położenia *e e*, wtedy w dolny iéy koniec, iuż wyniesiony nad poziom wody, więc odetkany, będzie mogła wniyść para górną częścią otworu, dolną zaś spłynie woda do walca *a a* na powrót; ustąpi zatém parze całkowitego mieysca, które sama wprzód zaymowała.

Tym sposobem rura *d d*, raz maiąc w sobie wodę, drugi raz tylko parę, stanie się na przemian raz ciężką drugi raz lżeyszą. Potrzeba tylko, by w czasie obrotu walca, rura *d d*, właśnie w momencie wzniesienia swego, stała się lekką, a w momencie spuszczania, ciężką; a wtedy taka zmiana ciężkości utrzyma w ciągłym obrocie walec *a a*. Dla osiągnienia takiego skutku przydany iest na końcu rury *d d* kurek *g* (fig. 1), który w czasie należytym otwierany i zamykany, wypuszczaiąc i wstrzymuiąc parę, dozwoli lub wzbroni wniyść

wodzie w rurę *dd*. Wykręcanie kurka w czasie potrzebnym, mogłoby się w sposób następuiący uskuteczniać. Wystawmy sobie rurę *d d* (fig. 3) obiegaiącą koło w stronę iak strzałka wskazuie, tak, iakby się obrót ten przedstawiał oku z przodu się znayduiącemu, i zaczniymy od uważania rury *d d* w położeniu poziomém 1, (fig. 3), w którém iéy górny otwór *e*, wprost do oka naszego wymierzony, zasłoniłby resztę rury. W tém położeniu kurek iest zamknięty, a gdy dolny otwór rury *ee* wystaie nad wodę w walcu *aa* (fig. 1), może się przeto rura *dd* wypróżnić z wody i samą parą napełnić. Następnie, gdy się górny koniec rury wzniesie, dolny przez swe opuszczenie zanurzy się w wodzie; ale ta ieszcze nie może zaiąć całkowicie rury parą wypełnionéy; znayduiąc się bowiem pomiędzy iednéy gęstości i sprężystości parami w walcu *aa*, i w górnym końcu rury *dd*, niemoże się pomknąć w żadną stronę; dla tego też wznosząca się rura *d d* pozostanie lekką. Potém gdy doydzie do położenia 2.2. (fig. 3), dolny koniec ramienia *g*, wykręcaiącego kurek, spotka się z gwoździem *h*, utwierdzonym w mieyscu iak fig. pierwsza oznacza; a gdy rura *d*, daléy pomykać się nieprzestanie, przeto, przez zatrzymanie dolnego końca *g*, kurek będzie się wykręcał, tak, że gdy się rura znaydzie w położeniu 3.3., kurek $\frac{1}{4}$ obrotu uskuteczniwszy, otworzy rurę, i parze wyyść

iuž więcéy nie wzbroni. W tym więc momencie zgęszczona para, wypełniaiąca rurę *d d*, iako sprężystsza od powietrza atmosferycznego, wyydzie górnym końcem, a zastąpi ią woda, którą wciśnie para w walcu *a a* (fig. 1) zgęszczona: bo teraz para ta niebędzie więcéy doznawać oporu pary z nad słupa wody w rurze *d d*, która iuž ztąd ustąpiła. Dopiéro więc wtenczas wodą wypełniona rura *d d* stanie się cięższą, gdy do pionowego położenia przyydzie, od którego to momentu zaczyna się też spuszczać. Gdy następnie zacznie miiać pionowe położenie 3 3, górny koniec ramienia kurka *g*, zatrzyma się o drugi gwoźdź *i*, (fig. 1 i 3), a przy dalszym rury *d d* obrocie 4.4., wykręciwszy się, odzyska kurek piérwsze swoie położenie, i zamknie wyyście teyże rury *d d*. Gdy zatém rura ta przyymie z kolei znowu położenie poziome, i woda z niéy wypłynie; para, która w nią wniydzie, zastawszy zamknięty górny koniec, iuž w niéy pozostanie; przez co ulžona, małą siłą znowu się wznieść može do pionowego položenia, aby na nowo wodą obciąžona silnie opadła, i t. d.

Z tego opisania okazuie się, že w iednéy połowie obrotu swego, gdy się rura *d d* wznosi, zarazem zmnieysza się iéy ciężar, w drugiéy zaś połowie, gdy się opuszcza, zwiększa się on znowu; otož przyczyna nieustania raz rozpoczętego ruchu

2

kołowego. Tak urządzona machina niemogłaby iednak sama rozpocząć ruchu, aleby zawsze wymagała innéy siły, dla nadania piérwszego poruszenia. Aby i téy niepotrzebować pomocy, dość dać więcéy iak iednę rurę *dd*, a wtenczas zawsze, w każdém walca *aa* położeniu, z iednéy strony przypadną rury wodą obciążone, z drugiéy zaś parą ulżone, i z sobą ważąc się, iedne drugie przemogą; same zatém tak ruch rozpocząć, iak go i wciąż utrzymywać będą mogły. Tym końcem dać trzeba przynaymniéy trzy rury z walca *a* (fig. 1), na trzy strony w równéy od siebie odległości wychodzące, i tak iak rura *dd*, do osi *bb*, na 45° pochylone. Przyymuiąc z przodu stanowisko oka, i przypuszczaiąc, że iedna z nich ma właśnie położenie pionowe 1.1. (fig. 4), wtedy ciężar iéy, czyli byłaby wodą napełniona czyli tylko parą, na obrót nieby niemógł działać: bo środek ciężkości w tém położeniu przechodziłby pionowo przez środek ruchu obrotowego. Druga rura 2.2. która w tym momencie iuż przebyła nayniższe stanowisko, niemiałaby w sobie więcéy wody, przeto skutkować takżeby niemogła. Lecz trzecia rura, wstanowisku 3.3., w któremby się wody swoiéy ieszcze niepozbyła, przeważaiąc inne, obróciłaby ie w swoię stronę. Wprawdzie opuszczaiąc się więcéy, gdy przyymie położenie 4.4., wypłynie z niéy woda, i ulżona straci władzę przeważania innych rur: ale też wten-

czas i te przyymą inne stanowisko. I tak rura, która miała położenie pionowe 1.1., i iuż wodą się napełniła, przyymie położenie 55, w którém iéy środek ciężkości iuż więcéy nieprzechodzi przez środek obrotu, lecz z iednéy iego strony przypada; dla tego też rura ta teraz z kolei przewyżką swe; ciężaru inne poruszy. W iakiémkolwiek więc położeniu, zawsze z téy strony iak pokazuie bieg strzałki, chwilowo dwie rury, a iedna wciąż będzie wodą wypełniona, a przeszedłszy na drugą stronę koła, wcale niebędą zawiérały wody. Jedna połowa koła będzie więc ciągle od drugiéy cięższą: co iest wystarczaiącém nie tylko do utrzymania raz rozpoczętego ruchu, ale nawet do iego rozpoczęcia, w iakiémkolwiek będzie położeniu walec *a a.*

3. Dotąd zamierzyłem dać poznać ogólnie pomysł machiny; teraz przeydziemy w krótkości szczegóły dotyczące się iéy wykonania, iako to: sposób utwierdzenia machiny; doprowadzanie z kotła pary działaiącey; ochronienie machiny przed wielką stratą ciepła; udzielenie innym częściom ruchu w machinie wszczętego; regulowanie iéy biegu; moderowanie prędkości ruchu; względną obszérność części machiny; sposób i stopień wywiérania siły; różne przeszkody zmnieyszaiące iéy skutek; nareszcie zastanowimy się nad komplikacyą machiny, iéy wykonaniem, i utrzymaniem;

i w końcu damy przykład obrachowania iéy siły na wielkość machiny i prędkość przypuszczoną.

4. Naydogodnieyszy sposób utwierdzenia machiny, zdaie mi się, byłby taki, aby żelazne osi *b b* (fig. 1) wchodziły w otwory mosiądzem wyłożone, w końcach żelaznych osad K K (fig. 5), które, dla należytego ustalenia części machiny w ruchu zostaiącéy, zarazem i naycięższéy, musiałyby w kilka rozchodzić się ramion, z których znowu każde musiałoby bydź w grube mury L L głęboko wpuszczone, i tam się rozgałęziać iak ankry.

5. Para z kotła zwyczaynego, którego tylko część N na rysunku widać, musi dochodzić do walca *aa* dolną osią *b;* dla tego oś ta potrzebuie mieć kanał wzdłuż w swoim środku, i musi bydź umieszczona w końcu rury K, w któréy drugi koniec szczelnie wshodzi rura M, prowadząca parę z kotła N.

6. Jakieśmy iuż powiedzieli, winna w walcu *a* znaydować się woda po poziom *ff*; dla tego walec ten musi mieć rurę *p* (fig. 5) zaopatrzoną kurkiem, przez którą, przed rozpoczęciem działania, wlać trzeba potrzebną ilość wody, a potém kurek zamknąć. Aby zaś woda w walcu *aa* niemogła się podnieść nad iego środek, to iest wyżéy nad poziom *ff* stanąć, (bo w przeciwnym razie dolne końce rur *dd*, przy ich poziomém położeniu, niewyszłyby wcale nad wodę) musi wydrążona dol-

na oś *b* (fig. 5) wchodzić do wnętrza walca *a*, i dosięgać swoim końcem iego środka, przez który właśnie poziom *ff* przechodzi. Wtedy walec *aa*, zawsze tylko do połowy będzie napełniony: bo ta ilość wody, która się nad ten poziom zbierze, spłynie w kocioł N; dla tego też kocioł ten stać musi poniżéy machiny.

Poniżéy poziomu *ff* niemoże nigdy ubyć wody w walcu *a:* bo chociaż uchodzi ztąd do rur *dd*, wszelako i wraca z nich całkowicie do tegoż walca. Parować także niemoże, przeto i tym sposobem ilość iéy nie zmnieyszy się. Wszakże naywyżéy ogrzaném, z wodą stykaiącém się ciałem, będzie tu sama para, a ta nie może tyle wodzie odstąpić cieplika, iż się taż woda w parę zamienić mogła. Wprowadzona, zrazu zwyczaynéy temperatury, woda do walca *a*, doydzie zwolna blisko do téy temperatury, iaką ma stykaiąca się para, ale się z nią iednak niezrówna, i sama w parę się niezamieni. Wszakże to nastąpiłoby iedynie tym sposobem, gdyby para swóy cieplik utaiony, wodzie nowo zamienić się maiącéy w parę, odstąpić mogła; lecz to iest niepodobieństwem: bo w tym razie dawna para pozbawiona cieplika, wśrod pary iednakiéy z sobą temperatury, skropliċby się musiała; a gdyby to i nastąpiło, to para dawna wydałaby tyle wody, ile dawnéy wody na powstanie nowéy pary ubyło. Zawsze przeto ta sama pozostałaby

ilość wody w walcu *a*, znayduiącéy się ciągle w stopniu bliskim wrzenia, i nigdy para niebędzie mogła doprowadzić z kotła tyle ciepła, aby przez nie woda w walcu *a* w parę zamienić się mogła. Wprawdzie para w walcu *aa* mieć musi większą sprężystość; więc i wyższy stopień temperatury, iak gdyby zostawała w otwartém powietrzu: bo ona ma tu wciskać słup wody w rurę *dd;* więc prócz atmosferycznego powietrza ieszcze i ten słup będzie miała do odparcia. Lecz to nic niezmienia rzeczy. Jeżeli np. rura mieć będzie 9 stóp polsk: długości, co można uważać za zwiększenie zwyczaynego oporu atmosfery o czwartą część; wtedy para będzie iuż musiała bydź ogrzaną do 85 stopni R: a wtenczas i stykaiąca się z nią woda blisko do tego ogrzeie się stopnia. Jednak w parę sama się i teraz ieszcze niezamieni: bo lubo podniesiona nad zwyczayny stopień wrzenia, przecież w stan ten rzeczywiście przeyść niemoże, będąc naciśnięta zgęszczoną parą. Ale za odetkaniem rury, i uyściem z niéy pary zgęszczonéy, na 85° ogrzana woda, na iéy mieysce pomknięta, zostaiąc teraz pod parciem saméy tylko atmosfery, czyż się nie zamieni w parę? nastąpiłoby to rzeczywiście, gdyby do sparowania czas dostateczny był zostawiony, ale i tak zawsze w małéy tylko części. Piérwsza w powietrze uchodząca warszta wody, mogąc stykaiącéy się tylko 5° cieplika odebrać,

a potrzebuiąc ich 450 dla zamienienia się w parę, 90 warst sobie podobnych sprowadziłaby pod zwyczayny stopień wrzenia 80° R. Takie zaś oziębienie reszty niesparowanéy wody, na opoźnienie dalszego parowania mocnoby wpłynęło. Wprawdzie w głębi słupa nad stopień wrzenia ogrzana woda, iako lżeysza nieustannie na wiérzch mogłaby się wydostawać, ale to wymagałoby zawsze czasu, a przeciąg otwarcia rury nawet parę sekund trwać niepotrzebuie, iak to poźniéy zobaczymy. Nadto weźmy ieszcze i to na uwagę; że za otworzeniem w górze rury, gdy z niéy para uchodzi, woda za parą tuż postępuiąc, zawsze z nią a nie z powietrzem będzie zetknięta: że parcie wychodzącéy pary właściwie tylko zmnieyszoném a nie zupełnie usuniętém zostanie: bo w górę prędko słup wody tłoczony niedopuści rozrzedzenia się pary znacznego: i nareście, że gdy słup wody blisko końca rury się wzniesie, unosząc wentyl (iaki się poźniéy opisze) sam sobie z powietrzem związek przerwie. Wszystkie te okoliczności, zwłaszcza przy momentalném swém trwaniu, pociągną za sobą taki skutek, że z wody w rurach działaiącéy, nic prawie przez parowanie nie ubędzie. Ale głównie do tego ieszcze to się przyczyni (§ 10), że para tak powolnie wypuszczana bydź może, iak słup wody za nią postąpić zdąży, przez co stopień nacisku na wodę wciąż

iednostayny zostanie, a przeto i żadnego nie będzie parowania.

Lubo z walca *a* nie będzie ubywać, wszelako przybywać do niego może woda: bo iakkolwiek walec ten, i rury *dd*, będą obwarowane, by wiele nietraciły cieplika, zawsze iednak cokolwiek tracić go muszą, i para oziębiać się musi; przeto skraplaiąca się woda z oziębionéy pary, pomnoży iéy ilość w walcu *a*, a która wznosząc się nad poziom *ff*, po trochę spływać może do kotła przez kanał w osi *b* (fig. 5). Widoczną teraz iest rzeczą, że trzeba było obmyśleć tylko środek ściągania zbytecznéy wody z walca *a*, a zupełnie niepotrzebnym stał się środek pomnażania takowéy wciągu działania machiny: bo to samo z siebie nastąpi.

7. Walec *a*, i rury *dd*, zawsze tracić będą cieplik swemi z powietrzem stykaiącemi się powiérzchniami, aby to iednak iak w naymnieyszym działo się stopniu, trzeba ie otoczyć złemi przewodnikami. Tym końcem wszystkie mogą bydź umieszczone w drewnianych rurach, a pośredni przestwór mógłby bydź wypełniony tłuczonym węglem. Wreście możnaby na sposób niektórych machin tłokowych, przez obwiedzenie walców drugiemi walcami współśrodkowemi, i przez przepuszczanie pomiędzy ich ścianami pary z rur uchodzącéy, i na stracenie przeznaczonéy, całą machinę na 80° ciągle ogrzaną utrzymywać. Para zbytkowa i na ta-

kowe ogrzanie zniespotrzebowana, wraz że skroploną wodą, mogłaby odchodzić otworem w dolném dnie, i ztąd łatwo na zewnątrz gmachu bydź wyprowadzona. To urządzenie miałoby ieszcze i tę dogodność, iżby się para nierozchodziła w powietrze, i niezapełniała budowli, w któréy machina iest umieszczona, lubo dla machiny zawsze powinnaby bydź izba oddzielna, i przytykaiąca tylko do warsztatowych.

8. Pierwotny ruch obrotowy walca *a*, może innym częściom bydź wprost udzielony za pośrednictwem rzemienia QQ (fig. 5); tym końcem na walcu *a*, lub na osi *b*, musi bydź osadzony toczony blok drewniany, nieco odstaiący, aby wysokiéy temperatury nieprzyiął. Dalsze udzielanie ruchu, byłoby iak w zwyczaynych machinach.

9. W machinach tłokowych, w których ruch prostokreślny, przez pośrednictwo pręta połączonego z korbą, zamienia się na obrotowy ciągły, pręt ten nie działa równo. W momencie gdy ruch pręta przypada w kierunku przez środek obrotu korby, prostopadle przypiéra tylko iéy oś, i wcale niedziała na iéy obrót; działa zaś wtedy, gdy kierunek pręta z iednéy strony osi przypada; a *maximum* działania iest wtedy, gdy iak naywięcéy od niéy iest oddalony, czyli, gdy kierunek ten iest prostopadły nie do osi, ale do korby. Aby tak nierówne zasilanie ruchu obrotowego korby ure-

gulować, przydaie się koło rozpędne, które odbiéra część siły na utrzymanie swego ruchu w momencie, gdy ta naywięcéy działa, a rozpędziwszy się, i w momencie następnym iéy niedziałania iescze będąc w ruchu, machinie takowego udziela, albo raczéy tylko oddaie część wziętéy siły. W opisanéy machinie, gdyby tylko iedna była rura *dd*, wypadłby ruch nieregularny: bo część machiny w ruchu będąca, tylko w iednéy połowie swego obrotu będąc naprzemian raz obciążona, drugi raz ulżona, doznawałaby nierównego zasilania; i w razie tym stałoby się potrzebném koło rozpędne. Gdy zaś przydane będą chociaż tylko trzy rury *dd*, wtedy, iedna połowa części machiny w obrocie będącéy, będzie ciągle i iednostaynie obciążona: niepotrzebném stanie się więc koło rozpędne, a obciążone i znacznie od środka ruchu obrotowego oddalone rury *dd*, mogą go zastąpić. Dla większéy regularności możnaby nawet przydać więcéy iak trzy rury, gdyby temu nie była na przeszkodzie trudność pomieszczenia ich w środkówym walcu. Gdyby pomimo tego iednak miała okazać się potrzeba użycia koła rozpędnego, takowe bardzo łatwo osadzićby można, albo na walcu RR (fig. 5), albo na osi *b*, albo na innéy, większą maiącéy prędkość.

10. Hamowanie chyżości obrotu walca *a*, więc prędkości całego działania machiny, może się

dziać za pośrednictwem zwyczaynego moderatora P, mniey lub więcey otwiéraiącego lub przymykaiącego klapę w otworze M, (fig. 5), którym para z kotła do walca *a* wstępuie; ruch zaś moderatora mogłby także od walca tego pochodzić, za pośrednictwem bloku S, na górnéy części walca *a* osadzonego, poruszaiącego owinięty na sobie sznur TT, który moderatora obracać może. Tym sposobem raz mniéy drugi raz więcéy pary wniydzie do walca *a*, a tém samém raz mniéy, i nie tak wysoko, drugi raz wyżéy, przeto i więcéy w rury *dd* weydzie wody: przez to zaś nastąpi raz powolnieyszy, drugi raz prędszy ruch całéy machiny.

Mogłoby się iednak zdawać, że chociaż w pionowém rury *d* położeniu woda, np. do iéy połowy tylko, zostanie wepchniętą; wszelako za stopniowém następnie opuszczaniem się téy rury, zostaiąc woda w téy saméy wysokości, powinnaby coraz daléy, i nareście aż do samego końca rury się pomknąć; a przeto taką ilością znowu w rurze ciążyć, iak bez wpływu moderatora. Lecz to nienastąpi z innéy przyczyny. Wprawdzie zmnieyszona siła pary przez utrudniony moderatorem iéy dopływ do walca *a*, byłaby dostateczną do wepchnięcia wody aż do końca rury *d*, wczasie iéy zniżenia: ale niezapomniymy, że ieżeli rura w pionowém położeniu tylko w iednéy połowie wodą

się napełni, to w iéy drugiéy para pozostanie, i onato niedozwoli wodzie zaiąć tey drugiéy połowy rury: przeto we wszelkich położeniach, nawet w poziomém, rura tylko w połowie wodą pozostanie wypełniona. W takim przypadku o połowę zmnieyszonéy prędkości, więc i siły machiny, także i wydatek pary o połowę byłby zmnieyszony: bo w pionowém położeniu, iak się mówiło, tylko połowę pary potrzebaby wypupuszczać, a w poziomém, maiąc iuż rurę w połowie parą wypełnioną, tylko połową całkowitéy, w rurze *d* mieszczącéy się pary, dopełniaćby ią należało.

Jeszcze drugi i lepszy byłby sposób moderowania prędkości machiny, przez zbliżanie do siebie i oddalanie gwoździ *hi* (fig. 3). Przez to bowiem skrócił lub przedłużyłby się przeciąg czasu otwarcia rury *d*, a tém samém w piérwszym razie mnieysza, w drugim zaś większa ilość pary wyszłaby z téy rury; zaczémby poszło wstąpienie w nią, w piérwszym razie mnieyszéy, w drugim zaś większéy ilości wody. Piérwszy sposób moderowania, ilość wody wchodzącą w rurę *d*, czyni zależną od ilości do walca *a* wchodzącéy i z dołu napieraiącéy pary; drugi sposób zaś, czyni wysokość słupa wody zależną od ilości z góry na niego napiéraiącéy pary, któréy raz więcéy, drugi raz mniéy się wypuszcza. Przy piérwszym

sposobie może to nastąpić, że górą więcéy niż potrzeba wyydzie pary, i w pochylonéy potém rurze woda cokolwiek daléy się posunie, iak była w pionowém rury położeniu: przy drugim zaś sposobie, wysokość słupa wody koniecznie odpowiadaiącą wypadnie ilości pary w górnym końcu pozostałéy, i ta wysokość słupa iednakową zostanie iuż przy wszelkich położeniach rury *d*; przeto moderowanie prędkości ruchu machiny wypadnie pewnieyszém. Nadto, w piérwszym razie, pozostałby iednakowo długim moment otwarcia górnego końca rury *d*, chociażby ta mnieyszą ilością wody się wypełniała. Niższy słup wody wstępowałby tylko powolniéy, iako mniéy ściśniętą parą w górę pędzony, a para nad słupem wody wstępuiącéy, prędko wypuszczona, zanadto mogłaby się rozrzedzić, przeto mniéy na wodę naciskać: wszystko to są okoliczności sprzyiaiące szkodliwemu parowaniu górnego końca słupa wody w rurze *d*. W drugim zaś razie, rura będzie otwartą tylko przez tak długi moment czasu, iaki odpowiada wyyść maiącey ilości pary, i prędkości wody niezmienionéy, iako iednakowo gęstą parą w górę pędzonéy. Przeto w tym drugim razie, para nad słupem wody, pozostanie wciąż w iednym stopniu zgęszczenia, niezmnieyszy więc swego nacisku, zatém nienastąpi tu szkodliwe parowanie.

Dla tychto okoliczności drugi sposób moderowania prędkości machiny, byłby, iak mówiłem, lepszy.

Poruszenie zmieniaiące odległość gwoździ *hi* (fig. 5) bardzo łatwo może bydź uskutecznione, umieszczaiąc gwoźdź *i* na końcu oddzielnego ramienia ruchomego, połączonego z moderatorem P, któryby go oddalił lub zbliżył do nieruchomego gwoździa *h*, w miarę iakby się za powoli lub za prędko obracał, i ruch machiny przyśpieszyć lub opoźnić wypadało.

11. Między obszérnościami tych części machiny, przez które i w których para i woda działaią, a ilością tych działaczy, oraz czasem ich działania, muszą bydź zachowane pewne stosunki. Gdy iedna z trzech rur, to iest ta, która przyszła do pionowego położenia 1.1. (fig. 4), wodą się wypełni, rura 2.2. iuż z niéy wprzód iest wypróżniona, a rura 4.4. właśnie co się wypróżnia, więc wczęści ieszcze iest napełniona. Przeto należyty zachowa się stosunek między ilością wody, obszernością rur *dd*, i walcem *a*, ieżeli tenże będzie takiéy wielkości, iżby w iego połowie prawie tyle się zmieściło wody, ile w dwóch rurach *dd;* i gdy oprócz tego ilość do poruszania rur potrzebnéy wody, wynosić będzie tyle, ile obeymie $1\frac{1}{2}$ rury *dd*. Wszakże gdy rura 1.1. (fig. 4) cała wodą się napełni, a rura 3.3. w połowie się wypróżni, ilość w walcu *a* znayduiąca się, sięgać będzie po poziom *ff;*

będzie przeto aż nadto wody, by utrzymać w zamknięciu dolny koniec teyże rury. Gdyby nawet cokolwiek tylko był zanurzony w wodzie koniec rury, byłoby to iuż dostateczném, aby niedozwolić wniyść parze. Dla tego, chociaż ilość wody przed rozpoczęciem działania machiny wlana do walca *a*, wynosi większą tylko połowę wszystkiéy potrzebnéy ilości, wszelako ilość ta, mimo tego że większa część iéy rury wypełni, do ich zamknięcia od strony walca *a*, wystarczy na początek; a gdy machina przy rozpoczęciu działania ieszcze będąc zimną, odciągnie parze w krótkim czasie wiele cieplika na swe ogrzanie i wiele iey skropli, przeto powstaiąca ztąd w znacznéy ilości woda, prędko zwiększy ilość w walcu *a* będącą.

Gdyby chciano dać więcéy iak trzy rury, zawszeby ten sam zostać mógł stosunek między obiętością walca *a* i rurą *d*, to iest, iak 4 : 1; bo zawsze w walcu *a* do połowy napełnionym, będzie dostateczny zapas wody na dwie rury. Z pomnożeniem rur atoli powiększyćby trzeba w ogólności ilość wody, i to o połowę całey tey ilości, która w przydanych rurach mieścić się może: bo tylko połowa z nich przypadnie na iednę stronę koła, na którey obciążonemi bydź maią. Tak np. machina o 6 rurach, wymagałaby naprzód dwóch obiętości wody, któreby w poiedyńczych rurach mieścić się mogły, dla napełnienia

do połowy walca *a*, a oprócz tego trzech podobnych obiętości, któreby razwraz trzy rury po iednéy stronie koła przypadaiące, zaymowały.

Właściwie nie dla samego zamknięcia dolnego końca rury *dd*, w pionowém położeniu 1.1. (fig 4) zostaiącéy, potrzebuie woda w walcu *a* bydź wzniesioną aż do wysokości *ff*, ale dla tego ma iey tu bydź tak wiele, iżby schodzące obciążone rury nie zaprędko z wody wystąpiły, para się w nie dostała, i nie zawcześnie się wypróżniały, a przez to stawszy się lżeyszemi, niezaprędko na utrzymanie ruchu machiny działać zaprzestały. Gdyby np. w walcu *a*, poziom wody był tak niski iak *uu* (fig. 4), wtedyby rura wodą obciążona działać tylko mogła na małéy części, od 6 do 7 (fig. 4), całéy przebieżoney drogi, a idąc daléy, i po wystąpieniu z wody iey dolnego otworu, iużby się wypróżniła, i działać swym ciężarem zaprzestała. Jeżeli zaś poziom wody w walcu *a*, będzie aż po *ff* (fig. 4), spadaiąca rura *dd*, wyprożni się dopiéro wtedy, gdy się daleko więcéy opuści, i będzie działać swą ciężkością w daleko większey części drogi w koło przebieżonéy, bo od 6 aż do 8 (fig. 4), to iest, prawie w iednéy całéy połowie obrotu.

Na uwagę zasługuie także wielkość rury parę w cylinder wprowadzaiącéy, i otworów, któremi rury *dd* wodę dostaią i oddaią napowrót. Wielkość ich musi bydź zastosowana do potrzebnéy

prędkości wypływu; iest zaś wiadomo z doświadczeń, iakiéy wielkości otworu potrzeba, by przezeń dana ilość pary lub wody, pewną ciśnięta siłą, w danym czasie przeyść mogła; według tego więc, w poiedyńczych przypadkach, na wskazaną siłę machiny, wielkość tę należy oznaczyć. Wszakże kanał w osi *b*, która iuż dla tego, że dzwiga nayciężższą część machiny, grubą bydź musi, i parę cali mieć może w średnicy.

Co się zaś dotycze dolnych otworów rur *dd*, któremi para i woda wchodzi i wychodzi, te, dla nietamowania prędkości takowego przeyścia, mogą bydź tak wielkie iak same rury. Gdyby średnica ich stopę wynosiła, a wysokość słupa wody w rurze zawartego odpowiadać miała, iakieśmy to iuż wyżéy założyli, czwartéy części średniego parcia atmosferycznego, to iest, gdyby wynosiła około 9 stóp nowéy miary polskiéy, wtedy walec *a*, maiący w swéy połowie mieścić tyle wody ile 2 rury, musiałby mieć średnicy $3\frac{1}{4}$ stopy, i tyleż bydź wysoki. Wysokość słupa wody rachować należy od poziomu wody przez środek walca *a* przechodzącego; rura *dd* musi bydź iednak zanurzona końcem w wodzie, i sięgać aż do ściany walca; to zaś przedłużenie wyniesie ieszcze 2 stopy. Tak więc cała długość rur wypadnie 11 iéy średnic, a wprzykładzie przyiętym 11 stóp: ten

stosunek iest też zachowany w figurach. Tak małą mogąc mieć średnicę w porównaniu do średnicy walca *a*, z łatwością w nim się pomieszczą trzy rury *dd*, aby tylko były nieco wygięte, i to w dwóch kierunkach: raz w bok (fig. 6), a to dla tego, by iedna przy drugiéy przeprowadzoną bydź mogła na przeciwną stronę obok punktu środkowego walca *a;* drugi raz muszą bydź wygięte ku górnéy osi *b* (fig. 7), inaczéy niemógłby górny otwór kanału dolnéy osi *b* dosyć się zbliżyć do środka walca *a*. Umieszczenie większéy liczby rur byłoby trudnieysze, ale nie niepodobne. Możnaby też walec *a* zwiększyć. Mogąc rury *dd* tak znaczne mieć otwory, że średnica ich $\frac{1}{9}$ całéy długości wynosi, nie nastąpi obawa, aby się tędy przepływ z naywiększą prędkością nie odbywał, gdyby nawet dwóch płynów strumienie w przeciwnym kierunku miały się tu miiać, to iest: w momencie gdy z walca *a* do rury *dd* para wchodzić, właśnie wtedy z niéy do walca woda spływać miała. Lecz, iak zaraz powiémy, inną drogą wprowadzić można parę do rury *d*, a uyście iéy dla saméy wody zostawić; a wtedy i lepiéy dadzą się pomieścić rury *dd* w środkowym walcu (fig. 10).

W czasie obrotu walca *a*, krzyżuiące się w nim rury *ddd* (fig. 8) przez stoiącą wodę przedziérać się muszą; dla tego poziom iey *ff* niebędzie mógł

zostać spokoyny, i iednéy stałéy sięgać wysokości; przeciwnie nastąpić musi w walcu *a* chlustanie, a wtedy wznoszące się bałwany zamknęłyby na nowo otwartą iuż w części poziomą rurę *dd*, i tamowałyby wniyście parze. Przez to wypływ wody z teyże rury *dd* byłby przerywany, a témsamém opoźniony i nieregularny; co bardzo szkodliwy miałoby wpływ na ruch całéy machiny. Temu zapobiédz możnaby tylko obmyśleniem sposobu, przez któryby wniyście pary do rury *dd*, w iéy poziomém położeniu, stało się niezawisłém od kołysaiącego się poziomu wody w walcu *a*. Sposobu takiego udzielił mi P. Felix Pancer Professor architektury i mechaniki w szkole aplikacyynéy woyskowéy w Warszawie; któremu prócz tego wiele winien iestem obiaśnień, i wdzięczności za nie. Sposób ten zależy na tém, aby wtenczas, gdy rura *dd* pocznie przyymować położenie poziome, przyprowadzić do niéy parę z walca *a* oddzielną rurką *kk* (fig. 8), któraby za odkręcaniem kurka *ll*, w tym momencie dopiéro się otwiérała; gdy nastąpi potrzeba wypróżnienia z wody rury *dd*. Gdy koniec rurki *kk*, wpuszczony będzie do walca *a*, przeszło na stopę powyżéy rury *dd*, bo go możemy wpuścić tuż przy górnéy osi *b;* przeto i na stopę wysokości podrzucane bałwany takowego niedosięgną, i rurka ta nigdy

wodą się nie zatka. Potrzeba iednak, żeby przez nią do rury *dd* dopiéro wtenczas para się dostała, gdy rura ta zbliżać się będzie do położenia poziomego. Tym końcem ustanowić należy w tém mieyscu iakową przeszkodę, na którąby w obrocie rury, trafiło iedno ramie *m*, kurka *l*, przezcoby się takowy wykręcił, i parze z górnéy połowy walca *a* wniyście do rury *dd* otworzył; poczém zarazby woda ztąd do walca *a* spłynęła, już bez względu na wzburzony poziom wody w dolnéy połowie walca *a*. Następnie poczynaiąc się wznosić rura *dd*, potrzeba żeby znowu została zamknięta przez zakręcenie kurka *l*. Będzie zatém można zupełnie takiego użyć na to mechanizmu, iak przy kurku *g*, który parę z rur *dd* na zewnątrz wypuszcza, i podobnież iak tam dwóch gwoździ przy drodze obrotu rur *dd* utwierdzonych, tylko nie iak tam w górnéy, ale w dolnéy części koła rurą *dd* opisywanego, o które zawadzaćby się mogło raz iedno, potém drugie ramie kurka, i takowy na przemian odkręcał i zakręcał się. Rurka *kk* musi do rury *dd* wpuszczać się koniecznie od strony górney osi *b*, aby w zbliżoném do poziomego położenia rury *dd*, piérwsza nad drugą przypadła: a to dla tego, by znów z rury *dd* woda w nią się niedostała, i parze przeyścia nieutrudniała. Kurek zaś *ll*, musi obok rury *dd* przeyść na iey drugą

stronę: bo wykręcać go maiące gwoździe łatwiéy umieścić zewnątrz niż wewnątrz drogi kołowéy, którą rury *dd* opisuią.

Urządzenie to, które niewymaga aby para wnętrznemi końcami rur *dd* do nich wchodziła, niewymaga też, aby te końce w momencie poziomego rur położenia nad poziom wody się wydobywały, ale mogą iuż w niéy wciąż pozostać zanurzone, co ułatwia ich pomieszczenie w walcu *a*: bo iuż niepotrzebuią się i krzyżować w iego środku, ale mogą zaraz się odginać w stronę dolnego dna walca *a* (fig. 10).

12. Na niecałkowite wypróżnienie rur *dd* znacznie wpływaćby mogła ieszcze iedna okoliczność, gdyby ruch machiny był bardzo prędki, to iest: siła odśrodkowa. Podzieliwszy w myśli słup wody w rurze *dd*, od środka wałca *a*, do końca téyże rury na wiele części, czyli pomnieysze słupki, takowe znaydą się w coraz większém oddaleniu od środka ruchu obrotowego, im więcéy będą oddalone od środka walca *a*, który właśnie przypada w samym środku ruchu obrotowego. Prędkość ruchu słupków wody, będzie zatém, począwszy od środka walca *a*, zwiększać się w miarę zwiększania się średnic kół przez nie w biegu opisywanych: a témsamém i siła odśrodkowa idąc ku końcowi rur tych, stopniami zwiększać się będzie:

wypadnie zatém w samym końcu rury naywiększa i tym większa w ogólności, im dłuższych użyie się rur *dd*. Przeciwko tey sile skutkuie ciężkość płynu, a przeszkoda ta wypadnie naywiększa w położeniu rury pionowém, naymnieysza zaś, gdy rura przeydzie w położenie poziome: bo wtenczas wysokość ciążącego słupa wody wypadnie naymnieysza. Gdy iednak właśnie wtenczas rura *d* ma się wypróżniać, przeto okoliczność ta byłaby nader niesprzyiaiącą działaniu machiny, gdyby prędkość obrotu machiny, rzeczywiście mogła i potrzebowała bydź bardzo wielką, i gdyby wypróżnienie rury w iedney chwili, i koniecznie w samém położeniu poziomém dopiero nastąpić musiało. Otóż właśnie iedno i drugie nie iest koniecznie potrzebne.

Machina przeznaczeniu swoiemu odpowiadaiąc, ma udzielać innym machinom podrzędnym części poruszaiącéy ią siły, ma ruch rozpościerać w całey fabryce, przez co, ile im skutku z siły pary przeiętego ustąpi, tylokrotnie też i prędkość iéy się zmnieyszy. Przeto prędkość obrotu machiny nie może i niepotrzebuie bydź wielką, a zatém i siła odśrodkowa niebędzie się mogła bardzo dzielnie w niéy wywierać. W ekonomice zaś materyału palnego niema żadnéy różnicy, czy machina prędko lub zwolna się porusza: bo chociaż iedna,

w tym samym czasie zrobi dwa takie poruszenia, w iakim, równa iéy co do wielkości, druga machina tylko iedno uskuteczni, to też piérwsza ieszcze raz więcéy pary strawi: bo, czy to tłok czy kolumna wody przed parą się posuwa; zawsze za każdém powróceniem do piérwszego mieysca, pociągnie za sobą wypróżnienie pary z téy przestrzeni walca, w iakiéy bądź tłok, bądź słup wody ruch swóy uskutecznił: za poruszeniem więc dwa razy prędszém, podwóyna też ilość pary musi bydź stracona. W iednéy przeto i teyże saméy machinie, prędkość będzie zawsze w stosunku prostym z wydatkiem pary. Zobaczymy iednak w końcu, że naszéy machinie taką iak tłokowéy nadać można prędkość, bez obawy szkodliwych skutków siły odśrodkowéy.

Nadto wypróżnienie rur nie potrzebuie w iednéy chwili następować, i niekoniecznie w samém tylko położeniu poziomém, w którém przeciwna sile odśrodkowéy siła ciężkości mało wzniesionéy wody, iest naymnieysza; lecz to nastąpić może wprzód, nim ieszcze rura *dd* doydzie do położenia poziomego. Takie wcześnieysze wypróżnienie rury *dd*, ieszcze przed przyięciem poziomego położenia teyże rury, mogłoby nastąpić, nawet bez pomocy rurki *kk* (fig. 8). Przy iéy zaś pomocy tym pewniéy: bo to zależeć będzie iedynie od iey

wcześnieyszego otworzenia, a to znowu, od oddalenia od siebie gwoździ wykręcaiących kurek *l* (fig. 8), a w dolnéy części kołowéy drogi przez rury *dd* opisywanéy, umieszczonych.

Możnaby także ieszcze dopomódz prędkości wypływu, zwiększaiąc stopień pochylenia rur, co dwoiako da się uskutecznić: albo, umieszczaiąc ie w walcu *a*, pod nieco mnieyszym kątem iak 45° względem osi *bb:* albo też, daiąc mnieysze pochylenie względem poziomu, całéy machinie: bo w iednym i drugim razie zupełnie opuszczona rura *dd*, nieprzypadłaby iuż w poziomie, ale iéy zewnętrzny koniec miałby nieco wyższe położenie, iak drugi iey koniec w walcu *a* przypadaiący. Wczesne otworzenie końca rury *dd*, nim ieszcze poziome przyymie położenie, niemoże się uważać za wielką stratę siły: bo wszakże czyni się to dla tego, że woda tak prędko niemoże opuścić rury, będąc zmuszoną iey otworem się przeciskać, i że siłą odśrodkową zostaie w niéy zatrzymana, więc i skutkować swoim ciężarem nieprzestanie. Tylko zawczesne otworzenie rur stałoby się szkodliwém: bo woda niezatrzymana w swoim wypływie ciasnością otworu, ani siłą odśrodkową, zatém zaprędko opuszczaiąc rury, zawcześnie też skutkowaćby swoim ciężarem przestała.

13. Pierwotną siłą w proiektowanéy tak iak w każdéy innéy parowéy machinie, iest siła w parę zamienionéy wody, rozszérzaiącéy się dodaniem cieplika, a która wprzód w zimnéy wodzie tylko związaną była. Żadna machina parowa sama siły nierodzi, nic iéy z swéy strony nie przydaie, przenosi ią tylko z pary na warsztaty; i iedna od drugiéy tylko tém się może różnić, że więcéy lub mniéy roni iéy w przenoszeniu, i że więcéy lub mniéy używaiąc na przemożenie szkodliwych, tym mniéy lub więcéy na przezwyciężenie pożytecznych oporów obrócić iéy może. Pośrednio zaś działaiącą siłą w proiektowanéy machinie, iest massa wody, która podniesiona rozszérzaiącą się parą, swą ciężkością opada, i zarazem rurę *dd*, w któréy iest zawarta, do opadnięcia zmusza. Ten ciężar wody wywiéra się z iednéy tylko strony ruchu obrotowego, i nic go z przeciwnéy strony nie zrównoważa: można go przeto uważać za działaiący całkowicie na obrócenie machiny. Jednak tylko ciężar saméy wody może bydź tu uważany za siłę działaiącą: bo ciężar rur spadaiących, równoważy się z ciężarem rur wznoszących się z drugiéy strony środka ruchu; i takowe zrównoważenie będzie zupełne w każdém rur położeniu, ieżeli takowe będą równe co do wagi, iednéy długości, i od siebie równo oddalone. Wszak-

że przy parzystéy liczbie rur, każdéy rurze z iednéy strony, odpowie z drugiéy rura w podobném położeniu i oddaleniu od środka ruchu obrotowego; przeto równowaga będzie tu dokładna. Toż samo nastąpi i przy nieparzystéy liczbie rur: bo lubo z iednéy strony iedna, a z drugiéy dwie rury przypadnąć mogą; iednak wtedy oddalenie końców tych dwóch rur od środka obrotu, będzie o połowę mnieysze, iak oddalenie końca iednéy rury przypadaiącéy z drugiéy strony; tak że tu, co nawet iuż wykreśleniem łatwo okazać, zawsze się zrówna działanie z iednéy strony massy dwa razy mnieyszéy, ale na dwa razy dłuższem ramieniu drąga rozłożonéy, z massą na drugiéy stronie podwóyną, ale na krótszém o połowę ramieniu rozpostartą.

Siła téy machiny wypadnie odpowiednią ilości wody użytéy w rurach *dd;* powiększy się więc w miarę ich obszerności. Jeżeli długość słupów wody się niezmieni tylko ich średnica, wtedy siła machiny zwiększy się w stosunku prostym zwiększenia się ilości tey massy ciężącéy. Przy zachowaniu więc iednéy długości słupów wody, siła będzie w stosunku prostym wielkości płaszczyzn poprzecznego przecięcia słupa. Gdy tu massa wody odbywa ruch obrotowy, nieoboiętną ieszcze i to będzie rzeczą, w iakiém oddaleniu od

środka ruchu takowa skutkować może; z tego bowiem względu siła zwiększać się będzie w prostym stosunku oddalenia massy ciążącéy od środka ruchu, czyli w prostym stosunku wysokości, do iakiéy woda w rury *dd* wpędzoną zostanie. Przy zachowaniu więc téy saméy massy ciążącéy, siła będzie w stosunku prostym długości słupów wody. Im większa zatém massa wody, i im z wyższego mieysca wraz z rurą spadać będzie, tym większy osiągnie się też skutek. Uważaiąc więc skutek bezwzględnie na ilość spotrzebowanéy pary, będzie on tym większy, im większa w ogólności massa wody w machinie działać, i im w większém oddaleniu od środka ruchu obrotowego skutkować będzie mogła; to iest: im grubsze i dłuższe będą rury *dd;* słowem iedném: im większa będzie machina.

Uważaiąc zaś wielkość skutku w porównaniu z ilością spotrzebowanéy pary, takowa, przy różnéy wielkości machin, byle iednego rodzaiu parcia, czy to wysokiego czy niskiego, pozostanie iednakową, i zawsze odpowiednią ilości użytéy pary. Wypchnięta bowiem z walca *a* ilość wody, zastąpioną bydź musi parą; przeto dwa razy szérsza rura *dd*, odbiéraiąc dwa razy więcéy wody, dwa razy też większą ilość pary tego samego stopnia gęstości weźmie na stracenie, a siła także większa

iak dwa razy nie wypadnie. Im wyżey woda będzie wzniesiona w rury *dd*, tym większy wydać będzie mogła skutek, choć przy téy saméy obiętości rur i ilości wody: ale wtedy, choć nie większéy obiętości, to iednak sprężystszéy pary potrzeba będzie. Zwiększyć zaś sprężystość pary, iest to w stosunku odpowiednim ią zgęścić, to iest przy równéy obiętości, w większéy użyć ilości. Przeto otrzymany skutek i wydatek pary, zawsze się znowu zrównaią, i podniesienie wody do dwa razy większey wysokości, dwa razy sprężystszey, więc dwa razy gęstszey pary będzie wymagać. Jedna zaś obiętość dwa razy gęstszéy pary, iest tyle co dwie obiętości dwa razy rzadszéy. Uważaiąc więc ze względu na ilość konsumuiącéy się pary, niezwiększyłby się zysk, rozszérzaiąc lub przedłużaiąc rury *dd*. Działaiąca tu swą ciężkością woda, oddać tylko, a nie zwiększyć może siłę, którą, że tak powiém, para iey pożyczyła, i zawsze tylko od téy ostatniéy pierwotnie skutek pochodzi, który po całéy machinie się rozléwa, i którego reszta ieszcze przechodzi na podrzędne fabryki machiny, i dopiéro w ich oporze ginie. Jednak zwiększanie machin może innym sposobem na zwiększenie skutku wpływać, iak się później okaże.

Ale skutek téy pierwotnéy siły pary, która przez machinę parową tylko się przeléwa na inne pod-

rzędne warsztatowe machiny, niemógłżeby ponosić uszczerbku, iuż przez sam różny sposób przeprowadzania iéy, czylito za pośrednictwem tłokowéy, czyliteż proiektowanéy machiny? Wszakże w pierwszéy, poruszony tłok udziela bezpośrednio ruchu daléy; w drugiey zaś poruszony słup wody nie zaraz lecz dopiéro poźniey ruch swóy daléy przesyła, gdy swoim ciężarem opada. Okoliczność ta niemogłażby mieć iakowego wpływu na zmnieyszenie skutku siły, więc i korzyści proiektowanéy machiny? Na to szukać będziemy odpowiedzi w porównaniu iednéy machiny z drugą (*); co do sposobu przeymowania pierwotnego działania pary, spotrzebowanéy iey ilości, i ztąd wynikaiącéy wielkości skutku; a mianowicie rozważymy, czyli iaki na to wpływ mieć mogą:

a. różność mieysca rozszérzania się pary podczas ruchu tłoku i słupa wody.

b. różnica co do czasu nastąpienia skutku z pary bezpośredniego, używaiąc tłoka, i pośredniego przy użyciu słupa wody.

(*) Zamiarem wystawienia obrotowéy machiny bydź tylko może: korzystne zastąpienie nią tłokowéy. Gdy niewiadomo mi, aby którą z nich tego dopięto, wolałem przeto, zamiast porównywania moiéy z innemi obrotowemi, co do możnego ich skutku, od razu ią porównać z tłokowemi, których skutek doświadczeniem iest okazany.

c. bezpośrednie wzniesienie tłoka i słupa wody iedną ilością pary, i zwrotny skutek przez spadek wody.

d. zbliżenie środka ciężkości wody do końca rur, w zamiarze zwiększenia skutku siły.

e. spadanie massy wody nie pionowe, ale wpłaszczyznie ukośney i w półkolu, iak to ma mieysce w nowéy machinie.

f. różnica nareszcie prędszego wzniesienia się wody w rury, a powolnieyszego iey wraz zniemi spadania.

a. W tłokowéy machinie para pcha przed sobą tłok, i zaraz, ieszcze w czasie ruchu iego, wchodzi za nim do walca, zaymuiąc opuszczoną przez niego przestrzeń; w drugiéy niewchodzi para zaraz do walca, bo słup wody wstępuiąc niezostawia spodem próżnego dla niéy mieysca. Działaiąca para rozszérza się w drugiém, oddzielném, z rurą *dd* tylko komunikuiącém naczyniu *a*, i wchodzi do rury *dd* dopiéro wtenczas, gdy iuż więcéy na wzniesienie słupa nie może działać; wchodzi nietylko po ukończoném iuż poruszeniu słupa wody, ale nawet po opadnięciu wraz z nim rury *dd*. Słowem, para nie wtenczas wtłacza, gdy słup wody się wznosi, ale gdy się iuż wzniosł, rura *dd* opuściła się, i woda ma wypłynąć. W piérwszéy więc

machinie wchodzenie pary do walca iest współczesném z ruchem tłoka, w drugiéy zaś iest następném po ruchu słupa; ta iednak okoliczność żadnéy w stracie pary niemoże zrobić różnicy, kiedy tylko za każdorazowém i równém, bądź tłoka, bądź słupa wody poruszeniem, iednéy obszérności walec z równéy ilości pary się wypróżni.

b. W pierwszéy machinie unosząc para tłok i z nim połączony opór, wprost wykazuie swóy skutek w ruchu machiny, w drugiéy zaś, poprzedniczo unosząc słup wody do pewnéy wysokości, a potém dozwalaiąc mu spaśdź, w następnym dopiéro momencie wywiéra swóy skutek na poruszenie machiny. Gdyby iednak następny taki skutek pierwotnemu wyrównywał, to przełożenie go na poźnieyszy moment samo przez się nic z niego uiąćby nie mogło. Wszakże w ogólności w działaniach sił zależnych, to iest takich, które innych pierwotnych do postawienia siebie w stanie możności działania wymagaią, ubieżenie pewnego czasu przed ziawieniem się skutku iest konieczne: ale takowe iego krótkotrwałe zawieszenie i spoźnienie, iednak bez straty go wraca. Strata mogłaby tylko bydź wtedy, gdyby taki następny skutek iednego momentu spotkał się z pierwotnym skutkiem drugiego momentu, i te dwa skutki krzyżowały się, i przeciwko sobie działa-

ły. Lecz to w naszéy machinie niemoże wcale nastąpić. Gdy tu woda wraz z iedną rurą spada, i z niéy wypływa, w tym samym czasie pcha wprawdzie para wodę w górę rury, ale iuż inną wodę, i w inną rurę; przeto skutki te, choć sobie przeciwne, mogą iednak nastąpić współcześnie bez zniweczenia się wzaiemnego: bo lubo przeciwne i współczesne, to przecież odbywaią się w oddzielnych częściach machiny, w oddzielnych zupełnie naczyniach.

c. Idzie teraz tylko o rozstrzygnienie: czy iednakową ilością pary uskuteczniony zaraz i bezpośrednio ruch tłoka, i spadek wody pośrednio i poźniéy wyprowadzony, iednakową wielkość skutku wydadzą? Celem doyścia tego, wystawmy sobie rurę *nn* (fig. 9) zwyczaynéy machiny tłokowéy, a obok tego dla porównania podobnéy wielkości rurę *dd*, do których iednéy gęstości para niech ma przystęp. Tak w iednéy iak drugiéy rurze, pomknięcie, bądź tłoka *t*, bądź poziomu wody *r*, połączone bydź musi z zaięciem parą opuszczonéy całéy przestrzeni, a parę te za każdém nowém poruszeniem, traci się: bo ią trzeba wypuszczać albo skraplać. Przeto przy iednakowey wielkości rur, tyleż pary ieden uskuteczniony przebieg tłoka, ile słupa wody, kosztować będzie. Teraz przypuśćmy że wszelki opór skoncentrowany iest w tłoku, i że tłok *t* (fig. 9) sta-

nowi ciężar cetnara, spuśćmy z uwagi także i tarcie iego, i niech prócz iego ciężaru niéma iuż wcale żadnego innego dla pary oporu; zróbmy oraz przypuszczenie, że słup wody zaiąć mogący całą rurę *dd*, także waży cetnar. Równéy przeto ciężkości massa wody, spadaiąc z takiéy iak tłok wysokości, wywrzeć będzie musiała taki sam skutek, iaki wywiéra para do téy wysokości tłok, albo równo ciężką massę wody wznosząca. Wielkość skutku spadku wody może więc bydź miarą zarówno, tak siły iéy spadku, iak siły iéy wznoszenia, czyli tak siły ciężkości wody, iak sprężystości pary. Aby iednak zupełnie równy w przykładzie powyższym mogł nastąpić skutek, potrzeba, by środek ciężkości całéy massy wody, tą samą ilością pary co tłok, został wzniesiony aż do samego wierzchu walca *dd* (fig. 9) tak iak tłok w powyższym przykładzie, który sam w sobie środek swéy ciężkości mieści. Tak zaś wysoko środek ciężkości, przypadaiący w środku słupa wody, niepodobna podnieść tą samą siłą pary: bo zawsze poziom słupa wody sięgaiący końca rury, wyżéy musi przypadnąć od środka iéy ciężkości. Wprawdzie poziom słupa wody z powodu nabytéy prędkości niezatrzymałby się przy końcu rury, to iest w téy wysokości co tłok, lecz gdyby takowa dłuższą była, postąpiłby wyżéy, przeto przeniosłby się i środek ciężkości, i więcéy nad cetnar przybyło-

by wody; ale z ustaniem prędkości nabytéy, opadłby iednak poziom wody znowu do téy wysokości co tłok, a środek ciężkości daleko niżéy. Lecz przykład naylepiéy to obiaśni.

Tłok *t*, w każdéy swoiéy wysokości będzie stanowił dla przemagaiącéy go pary opór iednakowy, zawsze, iak się w powyższym przykładzie przypuściło, równy cetnarowi. Ruch iego przeto będzie iednostayny. Czas zaś na przebieżenie całego walca niech wynosi 2 sekundy. Równo ciężki słup wody, téy saméy sprężystości, parą w rurę *dd* podnoszony, dałby przeciwnie opór nieiednakowy, ale od zera stopniami się zwiększaiący: bo wszakże od razu cała massa wody wstąpić w rurę niemoże, lecz częściami; stopniami więc przybywa długości i wagi słupowi wody, zatém i ztąd wynikaiący opór przeciw sile pary zwiększać musi się stopniami, a z napełnieniem się całéy rury, czyli z doyściem poziomu *r* do górnego końca rury, dopiéroby waga wody cetnar wynosiła, i dopiéro opór doszedłby do *maximum*. Prędkość wznoszącego się poziomu wody *r*, będzie więc zrazu większa iak tłoku, potém stopniami mnieysza, a dopiéro w końcu taka sama iak tłoku; cały zaś przeciąg czasu podnoszenia się poziomu wody, więc i wypełnienia rury, wypadnie średnim między 0 i 2 sekundami, to iest wyniesie sekundę, czyli połowę tego czasu, iakiego potrzebował tłok równo ciężki do prze-

bieżenia takiéy saméy przestrzeni, i taką samą siłą pary poruszany. Otóż dla nabytéy prędkości podniosłby się poziom wody wyżéy, iak się iuż wzmiankowało; iednak w skutku opoźnionéy prędkości, ustawszy nareszcie w biegu, opadłby zaraz poziom słupa wody *r* do wysokości tłoku. A wtedy, przy takiéy wysokości poziomu słupa wody, wysokość środka ciężkości wody *q*, tego punktu opornego, który przypada w środku iéy massy, więc i w połowie rury, dwa razy będzie mnieyszą: więc w końcu wielkość skutku, czyli iloczyn z massy i drogi przebieżonéy, także dwa razy mnieyszy iak w tłoku wypadnie. Z połowy wysokości rury *dd* spadaiący środek ciężkości wody *q*, punkt ten, który podczas wznoszenia się wody był opornym, a podczas iéy spadania zamienia się na silny, mnieyszy też oczywiście wyda skutek, iakby dał tłok równo ciężki, spadaiący z dwa razy większéy wysokości.

W naszéy machinie wprawdzie niespada słup wody ale się obala; lecz obalaiący się, właśnie tylko taki wydać może skutek, iak spadaiący słup równo ciężki z połowy iego wysokości. W obalaiącym się słupie wody *dd* (fig. 9) którego środek podstawy mieysca nie zmienia, warszty wody w miarę swéy wysokości, tym większe opiszą łuki, warszta zaś *q*, w połowie słupa, średnią między wszystkiemi mieć będzie prędkość i przebieżoną drogę, więc też dwa razy mniey-

szą iak koniec słupa; gdy zaś w tym punkcie i środek ciężkości wody przypada, więc ten, zobalaiącym się słupem, dwa razy mnieyszą od iego końca prezebiega drogę, czyli z dwa razy mnieyszéy spada wysokości. Pochylanie się rur w naszéy machinie, iest rzeczywiście obałaniem się słupów wody, które można uważać za stoiące środkiem podstawy w punkcie środkowym walca *a* (fig. 1), który wcale nie zmienia mieysca swego w czasie obalania się tych słupów, czyli podczas obracania się machiny. Skutek obalenia takiego słupa należy więc uważać, za skutek spadnienia massy wody z połowy iego wysokości; więc rzeczywiście za połowę tego, iakiby tłok spadaiąc z dwa razy większéy wysokości mógł wydać: a gdy ustąpienie wody z rury pociągnie za sobą wypełnienie parą całéy rury tak iak walca tłokowego, którą potém stracić trzeba, przeto skutek siły w podany sposób użytéy, w porównaniu z kosztem otrzymania iéy, wypadłby o połowę mnieyszy iak przy użyciu tłoku.

d. Za wypadek skutkowania teyże saméy ilości pary, otrzymaliśmy podniesienie do iednéy wysokości tak tłoku iak i poziomu słupa równo ciężkiego wody, którego iednak środek ciężkości tylko do połowy téy wysokości został podniesiony, i z takiéy tylko potém spaść mogąc, przez powtórny skutek nie całą ilość siły użytéy wra-

ca. Jednak dla nabytéy prędkości, czyli przez siłę rozpędną, mógłby poziom wody nad wysokość tłoku zrazu postąpić, i mógłby ieszcze blisko o połowę całéy wysokości słupa podnieść się; woda wtenczas wynosiłaby blisko połowę więcéy, a środek ciężkości wypadłby także prawie o połowę wyżéy swoiéy pierwszéy wysokości. Wtenczas spadnienie z połowy prawie większéy wysokości, i połowę cięższéy massy, albo obalenie się o tyle przedłużonego i obciążonego słupa wody, wydałoby skutek użyteczny wyrównywaiący skutkowi pochodzącemu z podniesienia tłoka tą samą ilością pary, albo skutkowi cetnara z téy spadaiącego wysokości. Otóż gdyby słupowi wody w tym momencie dozwolono się wznosić, a wzbroniono opadnąć, np. przez klapę w dolnym końcu rury, to i środek ciężkości całéy massy wody wyżéy pozostałby wzniesiony. Byłby to sposób redukuiący zmnieyszenie skutku siły do mnieyszego ułomku niż połowy, a teorycznie nawet do zera; przeto i korzystny: ale zkądinąd miałby swoie niedogodności. Klapa z dołu słupa, a zgęszczona para nad nim, spoźniałyby prędkość, zatém i siłę rozpędną płynu; nadto klapa, aby nieścieśniła strumienia, musiałaby bydź wielką, poniżéy takowéy znayduiąca się znaczna ilość płynu, zawszeby przeto opadła; nareście otwiéranie iéy w momencie gdy woda ma z rur wypłynąć, wyma-

gałoby użycia znowu cząstki siły, i skomplikowałoby machinę.

Dla tego wolałem innego użyć sposobu, aby bez zwiększenia stopnia parcia pary i iéy ilości, można było środek ciężkości téy saméy ilości wody przenieść wyżéy; sposobem tym iest: zwężenie w dole, i w podobnym stopniu rozszérzenie w górze rur *dd*. Przezto, z téy saméy ilości wody więcéy mieściłoby się w ich górnym niż w dolnym końcu, przeto i wyżéy przypadłby środek ciężkości całéy massy; a zatrzymuiąc tę samą długość i obszernośc rur, tak ilość pary iak i iéy siła, pozostałyby niezmienione, chociaż zwiększonym zostałby skutek siły. Ten skutek musiałby o połowę bydź zwiększony, ieżeliby miał wyrównać skutkowi spadaiącego podobnego ciężaru z końca rury, co nastąpiłoby dopiéro wtedy, gdyby środek ciężkości wody, mógł bydź tak wysoko podniesiony, iak spodnia powiérzchnia tłoku, czyli do samego górnego końca rury *dd* (fig. 9). To zaś iest niepodobieństwem: bo cała massa wody musiałaby w górze się zebrać, i to zebrać się szeroko, ale w iak naycieńszéy warszcie, aby środek ciężkości i poziom iéy w iednéy płasczyźnie przypadły; słowem, musiałaby chyba módź zaiąć idealną płasczyznę. Z takiéy niemożności wyniknie przeto zawsze strata, i tylko iak naywiększém, ile można, zbliżeniem środka ciężkości do

końca rury, takowa wypadnie iak naymnieysza. W tym zamiarze możemy przydać skrzynie DD (fig. 10) do końców rur *dd*, téy obiętości co same rury ale krótsze, np. o połowę, a dwa razy szérsze, których wymiar podłużny przypadłby w poprzek rury, i któreby średnią częścią E (fig. 10) połączone były z bokiem rury *dd* od strony górnego czopa *b*. Przy wskazanéy wielkości i położeniu, przyiąwszy wiérzch skrzyni, czyli w niéy poziom wody *nn*, na 9 stóp wzniesiony nad poziom wody *f*, w walcu *a*, wypadnie środek skrzyni *q*, czyli środek ciężkości wody w niéy umieszczonéy, tylko pół stópy poniżéy górnego końca rury, gdy w rurze na tę samą wysokość, i na tę samą siłę pary, $\frac{1}{4}$ parciu atmosferycznemu odpowiadaiącą, śródek ciężkości $4\frac{1}{2}$ stopy poniżéy przypada.

Teraz trzeba nam tylko położenie i wielkość skrzyń iako naykorzystniéy ułożonych usprawiedliwić. Skrzynie te nie są wprost na końcu rur *dd* (fig. 10) przydane, lecz z boku, i wewnątrz koła, iakie koniec rury opisuie, a to dla tego, aby, gdy rura do położenia poziomego przyydzie, skrzynia nad nią przypadła, woda miała spadek, i z niéy całkiem mogła odpłynąć. Jak z figury widać, poziom wody *ff* w środku walca *a*, przypada nad dolną rurą *dd*, przezco, za wpuszczeniem pary przez rurkę *k*, z walca *a*, do dolnéy skrzyni D, tylko z téy skrzyni woda odpłynąć może, a wsa-

méy rurze pozostanie się iuż raz na zawsze. Ta woda w rurze, tak iak sam materyał rur, z iednéy i drugiéy strony równoważąc się wzaiem, na nadanie ruchu machiny wcale wpływać niebędzie, i zastąpić może tylko koło rozpędne. Chociaż ilość wody téy iest taka iak w skrzyni, iednak dla niskiego to iest aż w połowie rury przypadaiącego środka ciężkości, przydaćby tylko mogła połowę tego skutku, iaki wywiéra sama massa wody w skrzyni; wypróżnienie zaś rury kosztowałoby przecież tyle pary, co wyprózniênie skrzyni: korzystniéy zatém wypadnie wcale niewypróżniać rur *dd*, i tylko użytkować z ciężaru wody obiętéy w skrzyniach. Rury te muszą pozostać iednak tak wielkiéy średnicy, aby woda niemi prędko do walca *a* spłynąć mogła. Lecz takowe z boku położenie skrzyń, zmnieysza także skutek siły pary ieszcze dwa razy o taką ilość, iak go iuż zmnieysza niedość w górę posunięty środek ciężkości: bo środek skrzyni w nayniższém iéy położeniu, przypadnie w poziomie *ss* (fig. 10), o stopę wyżéy nad poziom *ff*. Tym sposobem środek ciężkości wody *q* (fig. 10) poczyna spadać z wysokości pół stopy niżéy od poziomu słupa wody *nn*, i przestaie spadać w wysokości stopy powyżéy poziomu *f*, czyli punktu nayniższego tegoż słupa wody. Wysokość spadku ma się zatém do wysokości podnie-

sienia środka ciężkości wody iak $\frac{5}{6}$ do 1; strata więc siły otrzymanéy w skutku ciśnienia pary wyniesie tylko $\frac{1}{6}$

Zmnieyszyć takową stratę przez ieszcze większe podniesienie środka ciężkości wody, iuż więcéy niemożna. Posunąwszy wyżéy całe skrzynie, trzebaby i sprężystość pary zwiększyć, dla wyższego podniesienia poziomu wody. Chcąc zaś tylko środek ciężkości, więc i środek skrzyni podnieść, bez zmienienia wysokości poziomu wody; trzebaby skrzynię bardziéy spłaszczyć. Ale gdyby tę samę ilość wody mieścić miała, musiałaby w którąkolwiek stronę bydź rozszérzoną. Lecz rozszerzyć ią w stronę osi rury *dd* niemożna: bo przez to, iak się iuż wzmiankowało, odpływ z niższéy części skrzyni, w poziomém położeniu rury *dd*, stałby się nie podobnym. Rozszerzywszy skrzynię w przeciwną stronę, spadek całéy skrzyni zmnieyszyłby się o ilość iéy rozszerzenia: bo środek ciężkości przestałby iuż spadać w znaczznieyszéy ieszcze nad poziomem *ss* (fig. 10) wysokości. Rozszerzenie większe na boki, takżeby wielkich nieprzyniosło korzyści, a utrudniłoby odpływ.

e. Z powyższego dostatecznie się też wyiaśnia: że lubo środek ciężkości massy wody niespada pionowo, ale po płaszczyznie ukośnéy *de* (fig. 2) wraz z rurami *dd* się spuszcza, niemoże iednak, prócz tarcia w osiach *bb*, żadna inna ztąd

strata, czyli zmnieyszenie skutku nastąpić: bo końcowa prędkość ciała po płaszczyznie ukośnéy spadaiącego, iest taka sama iak z podobnéy wysokości wolno spadaiącego, przeto i skutek taki sam; a różnica zachodzi tylko co do długości czasu między poczęciem a ukończeniem spadku, i co do długości drogi przebieżonéy. W tłumaczeniu naszém przyięliśmy: że środek ciężkości, wczasie obalania się słupa wody (fig. 9), opisuie łuk: właściwie iednak odbywa się ruch iego nie w łuku, ale w płasczyznie *de* (fig. 2). Wziąwszy przecież na uwagę, że się nieodbywa w linii, lecz w półkolu po téy płasczyznie, i że ten środek ciężkości w równéy zawsze zostaie odległości od środka ruchu czyli punktu *o* (fig. 2), tak właśnie iak gdyby się w łuku promienia *od* odbywał, wszelkie z odbywania się ruchu po tém łuku wyprowadzone wnioski, pozostaią w swoiéy mocy.

f. To niepionowe, ale po ukośnéy płasczyźnie spadanie środka ciężkości wody, dłuższym iednak przeciągiem czasu od piérwszego różnić się będzie: ale, iak się iuż wspomniało, i to żadnego zmnieyszenia skutku niezrządzi. Czas obrotu machiny daleko więcéy ieszcze i z téy przyczyny się przedłuży, że machiny przeznaczeniem iest: inne podrzędne machiny w ruchu utrzymywać; ile więc innym ze swéy prędkości ustąpi o tyle sama powolniéy musi się obracać. Ta zatem

okoliczność, że słup wody w rurze *dd* w krótszym się podniesie czasie, a wraz z tą rurą ma opadać w dłuższym, na zmnieyszenie skutku wpływać nie może: bo lubo dla wzniesienia wody prędzéy para działać musi, niepotrzebuie za to wciąż działać; słup wody wprawdzie opada powolniéy, ale przez to na dłuższy czas rozciąga swoie działanie. Jeżeli woda do swoiego wstąpienia w rurę *dd* wymaga np. sekundy czasu, a słup iéy opada w przeciągu 5, to skutek siłą pary zdziałany może bydź tak iak prędkość uważany za 5 razy większy, od skutku siły iaki sprawuie spadek wody w tym samym czasie. Ale też w ciągu 5 sekund gdy woda spada, para przez iednę tylko sekundę potrzebuie siłę wywierać a przeż $\frac{4}{5}$ reszty czasu wcale niedziała. Przeto pierwotny skutek siły pary prędko zdziałany, rozciąga się na dłuższy czas działania zależnéy od niego siły ciężkości wody, i właśnie na tyle dłuższy, ile był prędszy. Zawsze więc w tém przelaniu skutku siły sprężystości pary, na siłę ciężkości wody, nie nastąpi w ostatecznym ztąd wypadku żadna strata z przyczyny czasu, w iakim skutek powtórny następuie po pierwotnym, i przez iaki takowy trwa.

Powyższy więc rozbiór skutkowania pary przez pośrednictwo słupa wody, ten daie wypadek: że w danéy wielkości machinie tym sposobem około o $\frac{1}{6}$ zmnieyszyłby się skutek siły pary pierwotnéy.

Ta iednak strata, zmnieyszaiąca skutek pary, za powiększeniem machiny ieszcze się zmnieyszy z powodu oddalenia skrzyń od środka obrotu. Oddalaiąc skrzynie np. dwa razy więcéy od środka obrotu, to iest umieszczaiąc ie na końcu rury na 18 stóp długiéy, wtedy podwaiaiąc siłę machiny, potrzebaby także użyć dwa razy gęstszéy pary, iako maiącéy iuż do przemożenia nie ćwierć ale połowę parcia atmosferycznego, to więc pod względem oszczędności pary żadnego nieprzyniosłoby pożytku. Zawsze przecież o połowę mnieysza wypadłaby strata wynikaiąca ze zmnieyszenia skutku pary: środek bowiem ciężkości, pomimo dwa razy większéy wysokości poziomu wodnego słupa, przypadłby zawsze tylko o pół stopy niżéy tegoż poziomu, a spadałby do tego samego iak wprzody mieysca. Wysokość spadku wynosiłaby przeto $16\frac{1}{2}$ stópy; zatém nie o $\frac{1}{6}$ ale tylko o $\frac{1}{12}$ byłaby mnieysza od wysokości podniesionéy wody, z kąd pochodzi, że takie tylko byłoby także zmnieyszenie siły pary. Strata zatém w nowéy machinie z pośredniego użycia massy wody do otrzymania siły działaiącéy, nie tylko mało znaczy, ale zmnieysza się ieszcze w stosunku prostym wielkości machiny.

Zaledwie podobno potrzeba mi zwracać na to uwagę, że w ciągu porównań skutków słupa wody i tłoku, myślą tylko oderwaliśmy od niego tarcie i niedokładność szczelności, i że tylko bez tych

wad pomyślane działanie tłoku, miałoby korzyść na swoią stronę. Przez to zaś straty tłokowych machin bardzo są znaczne, a ieżeli, o czém poźniéy, przeważaią straty naszéy machiny, korzyść znowu na iéy stronę padnie. Także z dwóch w takowém wyżéy zrobioném porównaniu przypuszczeń: że cały opór skoncentrowany iest w wadze tłoku i słupa wody, tylko drugie iest rzeczywistém: bo zawsze odpowiedniéy danemu oporowi potrzebaby użyć wagi wody w proiektowanéy machinie; gdy tymczasem na ten sam opór tłok niepotrzebował i niemógłby mieć téy wagi; ale połączaiąc go z machinami podrzędnemi, tak wielki iak ta waga wywiéraiącemi opór, na iedno, co do wypadku ostatecznego wyyśdźby musiało.

W końcu zastanowmy się ieszcze nad różną wielkością siły, nie iuż w ogólności machin różnéy wielkości, ale iednéy i téy saméy machiny, która przez wpływ moderatora, iednostayność ruchu machiny utrzymuiącego, iak w tłokowéy tak i w naszéy, tylko że innym sposobem, regulować się będzie. Takowa możność działania machiny według okoliczności z mnieyszą siłą, iak iest iéy *maximum*, zatém z mnieyszym skutkiem, koniecznie iest potrzebną: bo nie zawsze iednakowo wielkie opory można przeciw niéy stawiać. Przemagaiąc mały opór, nastąpi z większą prędkością obrót machiny, którąby bez moderatora pomnaża-

ła się wciąż; za iego zaś wpływem, wstrzyma się takowe pomnażanie w krótce: bo za prędszym obrotem machiny prędszy także obrot moderatora, pociągnie rozpiérżchnienie i podniesienie się kul P (fig. 5), następnie zaś zbliżenie ruchomego gwoździa *i* do stale utwierdzonego gwoździa *h*, przeto skrócenie czasu przez iaki kurek *g* zostaie otwarty, a z téy przyczyny i wyyście mnieyszéy tylko ilości pary z rury *dd*, zatém i wniyście iuż mnieyszéy ilości wody do skrzyń D D, sprawi powolnieyszy i iednostayny obrót całéy machiny. Odwrotnie znowu, za powiększeniem oporu, zwolni się zrazu ruch machiny w piérwszym momencie, opadną zaraz i kule moderatora, nastąpi większe oddalenie gwoździa *i* od *h*, wystąpi więcéy pary, wniydzie nato mieysce więcéy wody do skrzyń, i machina zacznie silniéy działać, i wróci znowu do piérwszéy prędkości. Tym sposobem w tych tak iak w tłokowych machinach, będzie można przy różnym stopniu oporów, bieg ich utrzymać w iednakowéy prędkości, byle tylko iak tam tak i tu opory nieprzechodziły pewnéy granicy, i nieprzeszły *maximum* siły. Różny stopień siły w iednéy i teyże saméy machinie, zależeć więc będzie od tego, iak się iuż mówiło (§ 10), ile się pary z skrzyni D na zewnątrz wypuści: bo w miarę ilości po zostałéy w niéy pary, woda wyżéy lub niżéy w nią wstąpi, więc mnieyszą lub większą ciążyć będzie

ilością, słabiéy lub silniéy machinę poruszy, niepociągaiąc przecież więcéy oprócz tylko straty takiéy ilości pary, iaka będzie odpowiednią wywartéy sile (§ 10). *Maximum* działania machiny, wypadnie przeto wtedy, gdy para prawie całkiem ze skrzyni wypuści się, i ieżeli gęstość pary w walcu *a* w takim będzie stopniu, by iéy sprężystość zdołała wpędzić wodę w górę do samego końca rury *dd;* dla tego zabezpieczaiąca klapa kotła, musi odpowiednie do tego *maximum* ciśnienia bydź obciążoną. Przy nieco zwiększonéy sprężystości, np. przez nieostrożne obciążenie klapy kotła, mogłaby iednak woda ze skrzyń górą wylecić, a za nią nareście i para ze środkowego walca *a* tędy wypłynąć. Zapobiegaiąc temu przypadkowi, można na wiérzchu skrzyń, w rurze parę wypuszczaiącéy, przed kurkiem *gg* dać wentyl *w* (fig. 11) z dętego metalu gatunkowo lżeyszy od wody, który w próżnéy rurze będąc opadnięty, nietamowałby drogi wychodzącéy parze, podniesiony zaś od podpływaiącego poziomu wody *xx*, i wciśnięty w otwór, zamknąłby dla wody to wyyście. Wysokość poziomu wody w skrzyni po ten wentyl *w*, może więc uważać się za granicę, i oraz za miarę naywiększego działania machiny.

14. Nie całkowita przecież siła pary spotrzebowanéy, iak w każdéy innéy tak i wtéy machinie, będzie mogła bydź obróconą na wyprowadzenie korzystnego skutku, to iest ruchu machin

podrzędnych, czyli na przezwyciężenie samych oporów pożytecznych; ale część iéy koniecznie ginąć musi na odparcie oporów nieużytecznych samćy machiny. Wszakże tłok niemoże bez tarcia, poruszania i dźwigania istotnie niepotrzebnych części, i przepuszczania bokami pary, ruchu odbywać; a woda w naszéy machinie niemoże znowu swego środka ciężkości do końca rury podnieść, a spadaiąc musi z sobą dzwigać także istotnie niepotrzebne części, i niemoże się obeyść bez obracania rur, i zrządzenia przez to tarcia w osiach. Tak więc z iednéy iak drugiéy strony są szkodliwe opory, które od pożytecznych odtrącić należy, a korzyść padnie na stronę téy machiny, na którą przypadnie większa reszta. Założyliśmy też sobie tylko znaczniéy zmnieyszyć tę stratę: bo usunąć ią iest niepodobieństwem. Niespuszczaymy przeto z uwagi, że ilość potrzebnéy a spotrzebowanéy pary nie iedno znaczy, że chociaż iedna okazać się może potrzebna ilość pary na bezpośredni skutek w dwóch różnych machinach, przecież iedna z nich więcéy od drugiéy spotrzebować może pary, ieżeli iéy więcéy dla braku szczelności wprost tracić, i więcéy niepożytecznych oporów do przezwyciężenia mieć będzie.

Już oznaczoną została (§ 13) strata w proiektowanéy machinie z tąd pochodząca: że wysokość spadku środka ciężkości wody iest mnieysza

iak wysokość podniesionego iéy poziomu. Strata takowa ieszcze się zwiększy przez to: że skrzynie iuż się nieco opuszczą, nim się ieszcze wodą całkiem napełnią, i że nim rura zupełnie opadnie, skrzynia nieco wprzód ieszcze musi bydź dla pary otworzona, aby woda miała dostateczny czas do wyyścia, i poźniéy nieco zamknięta, aby pomimo siły odśrodkowéy woda mogła odpłynąć. Przez to więc cała wysokość spadku wody ieszcze się więcéy zmnieyszy w porównaniu do wysokości, do iakiéy poprzednio musi bydź podniesiona. Należy więc i tę ilość wysokości, o iaką spadek zmnieyszony zostaie, odtrącić; lecz zmnieyszenie to, iak daléy zobaczymy, mało wyniesie.

Nieuchronnym od ruchu kołowego iest: bezużyteczny opór, w środku niego umieszczony, to iest, opór podpory na któréy się czopy osi wspiéraią. Podpora ta zwraca ciążącą massę wody na bok, i wytrzymuie iéy nacisk, zkąd tarcie wynika. W proiektowanéy machinie tarcie ogranicza się prawie tylko na osi *bb* (fig. 5), i do mało znaczących kurków. Chociaż na dolnym czopie naywięcéy spoczywa massa wody w machinie użyta, i główna część saméy machiny, tarcie to iednak będzie małe w porównaniu z tarciem tłoku u zwyczaynych machin. Na umnieyszenie iego wpłynie także powolny obrót machiny: bo tu ieden obrót osi nastąpi w tak długim czasie, w iakim tłok kilka-

krotnie w walcu tam i napowrót poruszyć się iest zmuszony, chociaż środek ciężkości massy wody tak prędko iak i tłok poruszać się będzie. W zwyczayney machinie, dla utrzymania szczelności, aby para nieprzeszła z iedney na drugą stronę, tłok chodzić musi bardzo ciasno w walcu, a pręt iego podobnież ciasno w otworze górnego dna walca; na co wiele idzie siły pary. Natomiast tu słup wody pomyka się tam i napowrót, a tarcie iego o ściany rury, w którey się pomyka, iest prawie żadne: bo pierwsza warszta płynu, ze ścianą rury *dd* stykaiąca się, lgnie do niey i na mieyscu stoi, reszta zaś wody porusza się iakby walec w kanale także z wody utworzonym; tarcie zaś między samemi cząstkami wody prawie iest żadne. Ubywa także tarcie w osiach koła rozpędnego, wahacza i pośrednich części ruch do nich przenoszących: albowiem części te nie są w proiektowaney machinie potrzebnemi.

Nareszcie, lubo oporem szkodliwym machiny wprost nie iest, wszelako do szkodliwości nieodłączney od machin tłokowych należy niemożność utrzymania dokładney w nich szczelności, a to dla niepodobieństwa zbliżenia zupełnego powierzchni tłoka i walca do siebie. Tak zbliżyć się może tylko płyn kroplisty lgnący do powierzchni ciał. Takiego używam też do zamknięcia wychodów pary z walca *a*, zanurzaiąc otwory

rur *dd* w wodzie tu zawartéy, i o takiém tylko zamknięciu, powiedzieć można że iest hermetycznėm. Ta główna korzyść sama kilkakrotnie przeważy opory szkodliwe nowéy machiny, a koniecznie z ruchem obrotowym połączone, o których wyżéy się mówiło.

Mało znaczący opór ze zginania rzemieni pochodzący, dzieli nasza machina ze zwyczaynemi. Opór zaś powietrza niezasługuie prawie na uwagę: nie będzie ón zapewnie większy iak zwyczaynych kół rozpędnych, które wprawdzie stawiaią przeciw powietrzu mnieysze powierzchnie, ale za to prędzéy go też z mieysca usuwać muszą.

15. Skład podanéy machiny iest też prościeyszy iak innych: niepotrzebuie ona tyle iak inne wentylów, kurków, pomp, obywa się bez wahacza, bez mechanizmu zamieniaiącego ruch prostoliniyny na obrotowy. Połączenie części odlanych uskuteczni się, iak zwykle, za pomocą szrub, mieszcząc pośrodkiem kit. Samo podobne utwierdzenie rur *dd* w walcu *a* nada im potrzebną moc, którą ieszcze zwiększyć będzie można, łącząc końce tych rur iedne z drugiemi za pomocą krzyżuiących się prętów *tt* (fig. 5).

16. Wykonanie machiny będzie daleko łatwieysze iak innych. A pod tym względem, to naywiększéy iest wagi, że oprócz dwóch osi niepotrzebu-

ie żadnéy innéy z większych sztuk mieć troskliwie toczonych; lecz wszystkie mogą, tak iak z odlania przychodzą, bydź użytemi. Niepotrzebnym nadewszystko staie się toczony wewnątrz i polerowany walec, sztuka główna i naytrudnieysza do zrobienia, przeto też naydroższa w zwyczaynych machinach. Wszakże wypływaiącą korzyść z téy iedynéy okoliczności, nawet bez widoku umnieyszenia innych wad machin tłokowych, iuż za dostateczny miano powód do szukania aby zastąpić ie innemi, płynu kroplistego w mieysce tłoka używaiącemi.

17. Utrzymanie takiéy machiny byłoby także łatwieyszém aniżeli tłokowéy, i mniéy kosztownemi reparacye. Części które wymagaią smarowania, to iest osie i kurki, znayduią się tu zewnątrz, łatwy przeto będzie przystęp do nich; niepotrzeba zaś tu nigdzie tłustości wewnątrz tak iak w zwyczaynych machinach w około tłoku. Utrzymanie szczelności w nowéy machinie, dla nieprzepuszczenia pary, potrzebne iest tylko przy dolnym czopie *b*, i przy kurkach; nie tak zaś łatwo może tu bydź zniszczoną. Gdy cały ciężar ruchoméy części machiny wraz z wodą iest zwalony na dolny czop *b*, który ukośnie względem poziomu stoi, będzie się więc takowy na dół ciąż zsuwać, i na brzeg otworu silnie przypiérać. Daiąc brzeg otworu w rurze *k* (fig. 5) kształtu

stożkowego, i umieszczaiąc iemu odpowiedni stożek na osi *b*, części te tak dobrze w około do siebie będą przystawać, że pary nieprzepuszczą, zwłaszcza gdy się z czasem wetrą. Szczelność zaś małych kurków nie tak prędko się zniszczy, a zniszczoną łatwo się pozna i przywróci. Nie tak w machinach zwyczaynych, gdzie nadewszystko trzeba utrzymać szczelność tłoku ukrytego wewnątrz walca, i pręta w otworze górnym, by się para obok nich nie przemykała. A gdy z iednéy i drugiéy strony tłoku ukrytego, na przemian raz iest drugi raz niémasz pary, brak szczelności iego łatwo baczności uyść może, a tak gdy niebędzie dostrzeżony, naprawa może bydź zaniedbaną, nie tak prędką i nie tak łatwą. Zupełna zaś szczelność obok tłoka nigdy niemoże do skutku bydź przywiedziona, o nieszczelności zaś obok słupa wody wcale mowy bydź niemoże.

18. Z opisania machiny szczegółowego, widzimy, że w niéy tak iak w zwyczaynéy machinie, skutek pochodzi pierwotnie od działania pary; tylko że w zwyczaynych machinach para swą sprężystością z mieysca usuwaiąc tłok, porusza bezpośrednio całą machinę; w opisanéy zaś, para usuwaiąc z mieysca wodę, ieszcze nieporusza machiny, ale dopiero podniesiona woda wracaiąc przez swóy ciężar do dawnego mieysca, to czyni. Sprężystość pary wyprowadza więc w naszéy machinie skutek po-

średnio, przez ciężkość wody. Gdy iednak siła spadku słupa wody, nie wyrównywa zupełnie sile podnoszącéy go pary, przez działanie więc ciężaru wody nie wróci się machinie siła, którą wywarła para swą sprężystością; obrachowawszy zatém siłę ciążącéy wody, niemożna będzie za iéy równą położyć siłę pary. Z wysokości i czasu spadku, oraz ciężaru wody w danéy wielkości machinie, po odtrąceniu oporów szkodliwych, można będzie oznaczyć wielkość skutku użytecznego, iak zwyczaynie porównywaiąc z siłą pewnéy ilości koni; a bez tego odtrącenia i z dodatkiem ieszcze innych przeszkod, doyść siły pary, a z potrzebnéy siły pary iéy gęstości i ilości, i nareście ztąd potrzebną ilość opału oznaczyć. Wynalazłszy wielkość skutku użytecznego z danéy wielkości machiny, łatwo będzie można na każdą inną żądaną wielkość skutku, oznaczyć wielkość machiny. Jak w zwyczaynéy machinie danemi są do obrachunku czas i długość drogi przebieżonéy przez tłok, oraz powiérzchnia, iaką ten przedstawia działaiącéy parze; tak też i tu mogą bydź dane czas i długość drogi przebieżonéy przez środek ciężkości wody, iéy ciężar, wysokość i średnica słupa.

Tym sposobem otrzymałoby się rachunkiem czysty skutek, od którego trzebaby odtrącić opory szkodliwe, z ruchu obrotowego, i tarcia, oraz stratę z nieszczelności wynikaiącą. Piérw-

szy tylko może bydź ściśléy oznaczony, drugi nie tak pewny do oznaczenia, trzecia prawie iest żadną: obrachunkiem przeto niemożnaby zupełnie dokładnie czystéy straty przez opory szkodliwe wykazać. Wszakże i w zwyczaynych machinach, dopiéro doświadczenie na iuż wykonanych machinach nauczyć mogło, wiele na zniesienie przeszkód ubocznych machiny, z pierwotnéy siły odciągnąć należy. Dopiéro *a posteriori* okazało się: że na każdy cal kwadratowy tłoku rachować można, tylko połowę téy siły, iakaby się wywiérała bez oporów i szkodliwych przeszkód w saméy machinie położonych. W naszéy machinie, zdaie mi się, że strata niebędzie tak wielka, ale iakakolwiek wypadnie, to także dopiéro doświadczenie wykazaćby mogło. Obrachowanie zatém *a priori* czystego skutku, i strat siły pary, w żaden sposób ustanowić się nieda z zupełną dokładnością, lecz tylko przez przybliżenie, iak się też w końcu na przykładzie okaże.

19. Opisana tu machina obywa się bez skraplania pary, i iest właściwie z rodzaiu machin wysokiego parcia: bo w niéy, tak iak w tych machinach, para działać musi przewyżką swéy sprężystości nad ciśnienie powiétrza atmosferycznego. Niewymaga iednak bardzo zgęszczonéy pary, lecz tylko mało co silnieyszéy od parcia powietrza atmosfery. Dopiéro w razie gdyby rury miały prze-

szło 36 stóp długości, sprężystość pary o ciśnienie iednéy atmosfery musiałaby bydź zwiększona. Zbyteczne przedłużanie rur trudnemby iednak było. Wszakże się przekonano, że korzyści z powiększenia parcia pary, nie są tak wielkie iak zrazu rozumiano: bo wprawdzie im wyżéy, tym coraz mnieyszą ilością wolnego cieplika w równym stopniu zwiększać się może sprężystość pary, ale zgęszczać się też musi zarazem, przeto mieści się iéy coraz więcéy wtéy saméy przestrzeni; a w końcu prawie wyrównywa się ilość rozlanego cieplika utaionego tak w mniéy sprężystéy i rzadszéy, iak w więcéy sprężystéy ale zarazem gęstszéy parze (*). Ta zatém okoliczność nie wielką daie przewagę machinom wysokiego parcia i bez kondensatora, nad innemi; a ieżeli iaką maią, to ta zkądinąd pochodzi. W ogólności korzyść z wysokiego parcia tylko przy wielkiem, wielą atmosferami powiększoném parciu, znaczną wypaść może. Dwie machiny, iedna wyższego parcia i bez kondensatora, druga niższego parcia, i z kondensatorem, w których np. para działa siłą $\frac{1}{4}$ atmosfery, nieiednakową przecież ilość pary spotrzebuią, lecz piérwsza iéy więcéy mymagać będzie. W pierwszéy w któréy para skutkuiąc przeciw

(*) Biot-Précis elementaire de Physique-Paris 1824. T, 2. pag. 698.

parciu atmosferycznemu działa przewyżką $\frac{1}{4}$ atmosfery nad parcie iednéy atmosfery, taż para musi bydź zgęszczona na $1\frac{1}{4}$ atmosfery, i taką się traci. W drugiéy zaś, niskiego parcia machinie w któréy para skutkuie w próżni, a przynaymniéy w bardzo rozrzedzoném powietrzu, gdy iest siły $\frac{1}{4}$ atmosfery, działa całą przewyżką nad zero; więc w niéy para tylko na $\frac{1}{4}$ atmosfery iest zgęszczona, i taką się przez skroplenie traci; przeto, w téy saméy obiętości, i po wywarciu iednakowéy siły, tylko $\frac{1}{5}$ téy ilości, co piérwsza pary straci machina druga. W machinach bardzo wysokiego parcia, o sile wielu atmosfer, stosunek taki się zmnieysza, i wtedy łatwo zkądinąd korzyść na stronę wysokiego ciśnienia i bez kondenzatora wypaść może: ale przy małem ciśnieniu, iakiegoby tylko w naszych machinach użyć można było, korzyść pada na stronę niskiego parcia machin, i z kondenzatorem.

Łatwo zaś proiektowaną machinę możnaby urządzić na sposób machin niskiego parcia, przez przydanie kondenzatora. Tym końcem należałoby z końców rur *dd* (fig. 12) sprowadzić rurkami *yy* parę przez górną oś *b* do kondenzatora *z*, który na teyże osi *b* osadzony, z niąby razem się obracał, podobnież iak i rurki *yy*. Przez rurki zaś 1,2, nieobracaiące się ale stale umieszczone w czopie *z*, który wchodzi szczelnie w górny otwór kondenzatora, może bydź iedną 1,1, wstrzyknięta zi-

mna woda, druga zaś 2,2, woda, po skondensowaniu pary na dnie kondensatora pozostała, może bydź wypompowaną. Reszta machiny mogłaby pozostać niezmienioną. Takowe urządzenie skomplikowałoby nieco machinę. Przybyłyby, iak w zwyczaynych machinach z kondenzatorem, pompy do wstrzykiwania wody zimnéy, i do wyciągania ogrzanéy w skutku skroplenia pary. Nie małéy zaś iest wagi ta potrzeba pompowania i sprowadzania świeżéy zimnéy wody w tak wielkiéy ilości, iakiéy potrzeba do kondenzacyi, na co też niemało z własnéy siły machina łożyć musi. Ilość zimnéy wody, ieżeli ią na 10°, iak w studniach bywa, przypuścimy, i ieżeli ciepłem pary tylko do 40° doydzie iéy ogrzanie, co iest *maximum*, musi bydź 18 razy większa, a niżeli ilość wody w tym samym czasie zawieraiącéy się w działaiącéy parze. Także w machinach z niskiém parciém, para niedziała właściwie w zupełnéy prózni, ale tylko w powietrzu do wysokiego stopnia rozrzedzonem, co także korzyść iéy zmnieysza. Zawsze iednak machina z kondenzatorem może bydź korzystnieyszą; dla tego podałem opisanie obudwóch, a ieżelim się więcéy zastanawiał nad machiną bez kondenzatora, tedy iedynie dla tego, że iako na prościeyszéy, łatwiéy było dać ogólne wyobrażenie składu i działania machiny.

Nareszcie możnaby zamiast wody w środkowym walcu i w skrzyniach, użyć merkuryuszu. Przez to znacznie, bo 14 blisko razy na tę samę siłę, zmnieyszyłaby się machina, wymagaiąc iednak zawsze na równą siłę, równéy ilości pary do swego działania. Dla tego wątpię aby sam wzgląd zmnieyszenia machiny, mógł zważyć koszta drogiego metalu. Nadto taka machina musiałaby troskliwiéy bydź zrobiona, i z innemi ieszcze byłaby połączona niedogodnościami.

20. W końcu zobaczmy na przykładzie, iak opory szkodliwe, i skutek machiny danéy wielkości obrachować można. Przypuśćmy wielkość i prędkość iéy taką, iak w ciągu rozprawy; to iest: długość rur 9 stóp polsk: trzymaiących w średnicy stopę; obiętość skrzyń taką iaką maią rury; ilość ich 6, a na prędkość iednego obrotu 10 sekund.

Obliczaiąc wielkość skutku w porównaniu do wielkości machiny możemy z uwagi spuścić, czy wysokiego lub niskiego iest parcia, i iak iest urządzony piec i kocioł: bo w każdéy siła sprężystości pary działa tylko swą przewyżką nad sprężystość powietrza, w wnętrzu machiny rozpostartego, przeciw któremu nieużytecznie ale koniecznie zarazem działać musi; iednak ta przeszkoda w machinie z kondenzatorem tak iest mała, że prawie za nic może bydź uważaną. Ta przewyżka stanowi zatém właściwą siłę pary czyli machiny.

Jeżeli więc nie ze względu na korzyść z różnego użycia pary chcemy robić porównywania, ale tylko ze względu na wielkość skutku, wszystko nam iedno, iaką częścią sprężystości para na machinę działa, a iaka iéy część ginie na odparcie nacisku powietrza, gdyż chodzi tylko o okazanie: iakiéy wielkości ma bydź machina, aby za iéy pomocą otrzymać pewnéy wielkości skutek, i ile z niego ginie na opory szkodliwe, w samėy tylko machinie położone. Wszakże zatrzymaliśmy dawne piece i kotły, i niezamierzyliśmy żadnéy zmiany dążącéy do powiększenia ilości pary na tę samę ilość spotrzebowanego paliwa, czyli oszczędzenia cieplika i t. p.; możemy przeto za zasadę położyć: że przy użyciu takich samych pieców i kotłów, po odtrąceniu strat z ich niedokładności pochodzących, reszta siły pary, taką będzie w naszéy iak w innych machinach, w porównaniu do ilości strawionego paliwa.

Bezpośredni skutek działania pary iest: wciśnienie wody w skrzynie; więc wysokość górnéy powiérzchni skrzyni, w położeniu rury pionowém, nad poziom wody w środkowym walcu, może dać zarazem miarę stopnia téy siły. Na przypuszczoną więc wysokość 9 stóp, siła pary równą wypadnie $\frac{1}{4}$ parcia atmosfery. Jeżeli na wspomnioną długość, rura mieć będzie stopę średnicy, obię-

tość iéy wyniesie $7\frac{1}{8}$ stóp kubicznych, i tyleż objętość skrzyń. Przypuściwszy 6 skrzyń, które raz za każdym obrotem muszą się wypróżniać, ieden obrót machiny kosztować będzie $42\frac{3}{4}$ st. kub. pary. Na ieden zaś obrót rachuiąc 10 sekund, wypadnie na godzinę 360 obrotów, zatem 15390 st. kub. pary na obrot saméy machiny. Aby ztąd wielkość kotła i ilość potrzebnego paliwa wyprowadzić, potrzebaby mieć daną ieszcze iéy gęstość, i ilość przez zetknięcie i promieniowanie straconego cieplika; ale że, iak się iuż wyżéy mowiło, na przewyżkę sprężystości $\frac{1}{4}$ parcia atmosferycznego, niekoniecznie ta sama w machinie wysokiego i niskiego parcia pozostaie gęstość pary; przeto według tego, i wiadomych z doświadczeń strat z rozpraszania cieplika, możnaby na wskazaną ilość pary, wielkość kotła, i ilość paliwa oznaczyć. Gdy to iednak ze składem proiektowanéy machiny niéma wprost żadnego związku, i niemoże posłużyć do oznaczenia siły machiny z danéy iéy wielkości, przeto mniéy nas tu może obchodzić, iako rzecz wspólna machiny naszéy ze zwyczaynemi. Podług przypuszczonéy objętości skrzyń, wypadnie ilość wody taka iak pary, to iest: $7\frac{1}{8}$ st. k. na iednę, co uczyni na wagę około 420 funtów: na wszystkie zaś 6 wypada 2520 f. czyli $25\frac{1}{5}$ cetnarów polsk. Gdy iednak raz wraz trzy tylko skrzynie wodą są wy-

pełnione, zatém tylko 12⅝ cetnara, iako siła w machinie działać ciągle będzie. I ta to siła za zasadę dalszego obrachowania musi bydź wzięta.

Średnica koła opisanego końcem rury wynosi blisko 13 stóp, więc obwód około 41; lecz punkt wzięty o pół stopy poniżéy końca, i zbliżony o stopę do środka koła, czyli punkt środka skrzyń, mnieysze opisywać będzie koło, którego średnica tylko około 10 stóp wyniesie. Środek ciężkości wody w każdéy skrzyni, opisuiąc tak wielkie koło, przebieży za iednym machiny obrotem blisko 32 stóp długą drogę: a przyiąwszy na ieden obrót 10 sekund, wypadnie prędkość środka ciężkości massy wody 3⅕ stopy na sekundę: taka prędkość iest właśnie średnią w machinach tłokowych.

Prędkość wyżéy wzmiankowana nie iest przecież tak wielka, aby i siła odśrodkowa zbyt wielką ztąd wypaść miała, i przez to woda ze skrzyni odpłynąć nie mogła. Naywiększa prędkość wody wypada przy saméy górnéy ścianie skrzyni, iako w punkcie naybardziéy od środka obrotu oddalonym, tu zatém będzie naywiększa siła odśrodkowa, wodę zatrzymuiąca; a gdy się okaże, że i ztąd z łatwością ona spływa, témsamém i z każdego bliższego punktu środka ruchu obrotowego to nastąpi. Siła odśrodkowa wody w punkcie danym, w pewnéy odległości od środka ruchu obrotowego, równa się ciśnieniu słupa wody, któ-

rego wysokość iest należna prędkości, z iaką się ten punkt obraca; czyli kolumnie takiéy wysokości, któréy prędkość wypływu byłaby równa prędkości obrotu tego punktu. Otoż prędkość obrotu końca rury iest 4 stopy na sekundę: a że wysokość słupa wody ma się iak kwadrat z prędkości, zaś prędkość wypływu spodem rury wynosi 34 stóp na sekundę, przy wysokości słupa wody 17 stóp, przeto prędkości na sekundę 4 stóp wynoszącéy, odpowie wysokość słupa wody $\frac{4}{17}$ stopy, czyli niespełna 3 cale maiąca. Wskutku siły odśrodkowéy, niepodniesie się zatém woda w końcu rury nawet na 3 cale. Zapobiegaiąc, żeby woda nie pozostała w skrzyniach o tyle wzniesioną, ale przeciwnie, dla dopomożenia, aby zupełnie się wypróżniły, dość będzie takie dać nachylenie machinie, aby podczas zupełnego opuszczenia się rury, spód skrzyni wypadł 3 cale nad poziom wody w walcu środkowym; a wtedy, pomimo siły odśrodkowéy, całkiem woda ze skrzyni odpłynie. Koniec rury wypadnie zaś wyżéy, ieżeli machina mniéy iak na 45° będzie pochyloną: aby zaś 3 cale wypadł wyżéy, dość o $1\frac{1}{2}$ stopnia zmnieyszyć pochylenie. Albo też innego przeciw skutkom z siły odśrodkowéy użyć można sposobu, to iest: nie zamykać kurka, parę do skrzyni wpuszczaiącego, gdy ona przypadnie w położeniu nayniższém, ale dopiéro poźniéy, gdy się iuż na nowo zacznie

podnosić. Gdyby kurek został wtenczas dopiéro zamknięty, gdy się skrzynia o 2 stopy daléy posunie, czyli $\frac{2}{3}$ sekundy poźniéy od momentu, w którym rura naynižsze wzięła położenie, natenczas odpowiadałoby to przeszło 4 calowemu wzniesieniu się spodu skrzyni nad poziom wody w walcu środkowym, i byłoby dostateczném, aby pomimo wywiérania się siły odśrodkowéy, woda iednak zupełnie ze skrzyń wypłynęła. Tego też sposobu użyć wolimy.

Gdyby skrzynie mogły się napełnić w nieskończenie krótkim czasie, w momencie gdy ich środek w płasczyźnie pionowéy nad osią stawa, i znów tak prędko wypróżnić w naynižszém swoiem położeniu na téy płasczyznie, wtedy massa wody działałaby przez całą połowę obwodu, czyli na drodze 16 stóp długiéy, i przez cały przeciąg czasu 5 sekund. Upłynie iednak pewna część tego czasu, nim się całkowicie napełnią i wypróżnią skrzynie, nim zacznie i ustanie cała massa wody działać: co zatém odtrącić należy od całéy ilości skutku pożytecznego.

Podczas wypełniania się skrzyń, rury oddaią im swoią wodę, a same nową ze środkowego walca się napełniaią, i zawsze wciąż pełnemi zostaią; tu przeto para dwoiakie działanie odbywać musi: to iest, utrzymywać słup wody w rurze aż po iéy otwór prowadzący w skrzynię; powtóre działać na wpędzenie wody do skrzyni. Im wyżéy

skrzynie te, nad poziom wody w środkowym walcu, przypadną, to iest: im mniéy rura z niemi się przechyli i opuści, tym większa część siły na utrzymanie słupa wody, a mnieysza na iéy wpędzenie wypadnie. I tak, gdy skrzynia do pionowego przyydzie położenia, w którém rzeczywiście ma się zacząć wypełniać, wtedy para będzie musiała utrzymać słup wody w rurze sięgaiący aż po otwór skrzyni, więc 8 stóp wysoki, obróci przeto tylko $\frac{1}{9}$ swéy siły na wpędzenie wody. Można właściwie rzecz tak sobie wystawić; że słup wody podnosi się ieszcze stopę wyżéy, to iest, na całe 9 stóp wysoko aż do końca rury, ale się zarazem skraca nieustannie przez uchodzenie do skrzyni bocznym otworem. Prędkość wpływu téy wody będzie zatém na początku napełniania należną ciśnieniu słupa wody 1 stopę wysokiego. Gdyby skrzynia na mieyscu zostawała, wtedy stopniowo napełniaiąc się, prędkość wpływu zmnieyszałaby się w miarę podnoszenia poziomu wody, a zupełnie ustałby wpływ za doyściem poziomu wody do wiérzchu skrzyni, gdyby siła pary właśnie 9 stopom odpowiadała. Lecz skrzynia poczynaiąc się wypełniać, niezostaie na mieyscu, ale się obracaiąc opuszcza się, przez to zaś zmnieysza się i wysokość otworu którym woda wstępuie do skrzyni; a zatém poydzie, że iuż teraz mnieysza część siły pary będzie potrzebna na utrzymanie

niższego słupa wody, a większa iéy część będzie mogła bydź obróconą na wpędzenie wody; która zatém z większą wniydzie prędkością. Przypuśćmy że woda przez iednę sekundę do rury wpływa; przez ten przeciąg czasu środek skrzyni ubieży $3\frac{1}{8}$ stopy; a pod koniec tego czasu wiérzch skrzyni przypadnie iuż w téy wysokości, iak był wprzód iéy spód; przeto siła pary, wpędzaiąca wodę do skrzyni, nie będzie się zmnieyszała, ale prawie wciąż pozostanie równa parciu słupa wody na 1 stopę wysokiego, zatém i prędkość wpływu także prawie będzie iednakowa. Wysokości stałéy iednéy stopy słupa wody, odpowiada prędkość wypływu $8\frac{1}{4}$ stopy na sekundę: a ponieważ skrzynia ma otwór takiéy saméy średnicy iak rura, przeto wpłynie w nią przez iedną sekundę $8\frac{1}{4}$ długi słup wody téy grubości iak rura. Ale rura ma długości 9 stóp, przeto w tym czasie, nie cała ilość w niéy mieszczącéy się wody wpłynie do skrzyni, i potrzeba będzie ieszcze $\frac{1}{11}$ na wpłynienie reszty. Zatém przeciąg czasu $1\frac{1}{11}$ sekundy, w którym wzniesiona skrzynia będzie zostawać otwarta, wystarczy do iéy zupełnego napełnienia, co odpowiada $3\frac{1}{4}$ stóp ubieżonéy drogi: przeto ieden gwóźdz kurek zakręcaiący, od drugiego odkręcaiącego, w takiém zostawać musi oddaleniu. Czas ten wypadnie iednak ieszcze krótszy dla tego; że siła odśrodkowa pędząca wodę w koniec rury, sama na

przyśpieszenie napełnienia wpływać będzie, i że para może mieć małą przewyżkę parcia nad $\frac{1}{4}$ atmosfery. Przeto odstęp gwoździ, kurek wykręcających tylko przez doświadczenie dokładnie może bydź wyśledzonym. Co się tycze oznaczenia ztąd wynikaiących strat, trzeba wziąść na uwagę: że od samego początku otworzenia się kurka, skrzynia iuż się zaczyna wypełniać, i stopniami pomnażaiąca się ilość wody poczyna iuż na obrót skutkować: przeto taki ztąd wypadnie skutek, iak gdyby połową téy ilości wody przez pierwsze 3 stopy obrotu była napełnioną, albo raczéy iak gdyby tylko przez $1\frac{1}{2}$ stopy drogi ubieżonéy była zupełnie prożna. Półtory stopy ubieżonéy drogi począwszy od naywyższego punktu koła, daie na wysokość pionową niezupełne 3 cale tylko; co wypada na $\frac{1}{36}$ część, całkowitéy wysokości spadku wynoszącéy dziewięć stóp. Należy więc odtrącić $\frac{1}{36}$ od całéy ilości skutku na stratę, ze spoźnienia w napełnianiu się skrzyń pochodzącą.

Krótszy zaś czas, przez który skrzynie będą otworzone, i mnieysza ieszcze stosunkowo wypadnie strata, gdy skrzynie nie zupełnie będą się napełniać; co będzie miało mieysce w razie potrzeby zmnieyszenia skutku machiny, będzie się zaś uskuteczniać przez wpływ moderatora. Tylko na *maximum* skutku, aby zupełnie skrzynia się wodą na-

pełniła, potrzeba około sekundy czasu, i przez ten czas, otworem kurka powinno wyyść $7\frac{1}{8}$ stóp kubicznych pary, wypychanéy siłą równą parciu $\frac{1}{4}$ atmosfery; przeto dla wypuszczenia w tym czasie takiéy ilości pary, otwór kurka powinien mieć w średnicy blisko 6 linii. Za zbliżeniem się gwoździa iednego do drugiego, kurek przez mnieyszy przeciąg czasu będąc otwarty, iuż nie całéy ilości pary wyyść dozwoli, przeto i nie cała skrzynia wodą się napełni. Odpowiednią zaś odległość gwoździ, iak się iuż powiedziało, tylko przez próby można utrafić. Tym końcem na ruchomém ramieniu gwoździa *i* (fig. 5) znayduie się wiele otworów, w które zachaczaćby można sznur w mnieyszém lub większém oddaleniu od środka ruchu, przez co o większą lub mnieyszą część na tę samę prędkość obrotu moderatora, ieden gwóźdź do drugiego zbliżyć się może; próby przeto naylepiéy oznaczą wybór iednego z otworów.

Wypróżnienie skrzyń potrzebować będzie także znacznego czasu. Wyyście wody nie iest tak, iak iéy wniyście, wypadkiem parcia pary zgęszczonéy. Na wypływ wody skutkuie wprawdzie para rurką *k* do opadniętéy skrzyni wpuszczona, ale nie spycha ona tu bynaymniéy wody. Wszakże téy saméy sprężystości para iest wtenczas w skrzyni co i w walcu środkowym, przeto woda znayduiąc się pośrodkiem dwóch par iednego stopnia parcia, w żadną stronę niemoże bydź przez nie po-

pchniętą. W tym razie woda iedynie dla tego wypływa, że iéy poziom w skrzyni iest wyższy iak w walcu środkowym; siłą wodę ze skrzyń wypędzaiącą, iest więc teraz nie iuż para, ale sam słup wody podniesiony w teyże skrzyni. W naynizszém położeniu skrzyni, iéy powiérzchnia górna wypada 2 stopy nad rurą, przeto tyleż i poziom w niéy zawartego słupa wody będzie podniesiony nad poziom wody w środkowym walcu: albo właściwie tylko na $1\frac{3}{4}$ stopy nad poziom wody w skrzyni, po odtrąceniu 3 cali, poniżéy których siła odśrodkowa niedozwoliłaby opadnąć słupowi wody. Za tém idzie, że prędkość wypływu, przy niezmiennéy wysokości poziomu, byłaby prawie 11 stóp na sekundę. Ilość wody mieszcząca się w słupie maiącym 11 stóp długości, a stopę średnicy, wypływaiąc otworem teyże wielkości w skrzyni, potrzebowałaby na wypływ z niéy sekundę czasu; ale że w niéy mnieysza mieści się ilość wody, i iedynie taka, iak w słupie podobnéy grubości, ale tylko na 9 stóp długim, przeto potrzebaby na wypłynienie tylko $\frac{9}{11}$ sekundy, gdyby poziom słupa wody tłoczącego ciągle pozostawał w iednéy wysokości. Że zaś tenże podczas odpływania musi opadać, i w końcu doyść do zera, przeto dwa razy powolnieyszym stanie się odpływ, czyli dwa razy dłuższego wymagać będzie czasu, więc $1\frac{7}{11}$ sekundy. Gdy iednak skrzynia niepoczyna dopiéro

wtedy się wyprózniać, kiedy do nayniższego schodzi położenia, ale wprzód gdy wyżéy ieszcze iest podniesiona, przeto wyżéy podniesionym przez to zostanie także i poziom wody w skrzyni nad poziom w walcu środkowym; ztąd ciśnienie słupa wody, iako wyższego, będzie większe, a przez to i wypływ prędszy. Gdyby skrzynia została otworzona tylko sekundą wprzód, nimby do położenia nayniższego doszła, a więc w odległości $3\frac{1}{5}$ stopy od takowego, iużby wtedy słup wody miał przeszło 3 stopy pionowego wzniesienia nad poziom wody: co przy opadaiącym poziomie dałoby $7\frac{1}{8}$ stopy prędkości na sekundę; czas wypływu wyniosłby zatém 1,26 sekundy, czyli około $1\frac{1}{4}$ sekundy. Gdy zatém w naykorzystnieyszém dla wypływu położeniu skrzyni, potrzeba $1\frac{1}{4}$ sekundy, w naymniéy korzystném zaś $1\frac{7}{11}$ sekundy, przeto średni czas wypływu wypadnie niezupełne $1\frac{1}{2}$ sekundy; zatém przez taki blisko przeciąg czasu powinien kurek *l* pozostać otwarty.

Już dla zrządzenia odpływu ze skrzyń, pomimo sprzeciwiania się siły odśrodkowéy, kurek *l* miał się zamykać dopiéro $\frac{2}{3}$ sekundy poźniéy minąwszy płaszczyznę pionową, a podług przypuszczenia powyższego ma się wprzód iedną sekundą otworzyć, przeto cały przeciąg czasu otwarcia wypadnie $1\frac{2}{3}$ sekundy, dłuższym będzie zatém niż na sam wypływ potrzeba. Mógłby nawet ieszcze nieco poźniéy ku-

rek *l* się zamknąć: bo do przeciągu czasu otwarcia iego, nie takie iak do przeciągu czasu otwarcia kurka *g*, przywiązane są zmiany w działaniu machiny; dla tego też gwoździe, kurek *l* poruszaiące niepotrzebuią bydź ruchome, ale stałą odległość 5 do 6 stóp powinny zachować. Ciążenie wody w skrzyni iuż się poczynaiącéy wznosić, będzie oporem szkodliwym, ale, dla małéy ilości wody pozostałéy i krótkiego trwania, mało znaczącym. Rurka *k* może téż znacznie bydź obszernieyszą, niż tego ilość przechodzącéy pary wymaga, aby takowa na mieysce uchodzącéy wody iak nayprędzéy mogła postąpić, i przez to w wypływie wody żadne nie zaszło opoźnienie. Jednak woda nie od razu, lecz przez cały wyżéy oznaczony przeciąg czasu, ciągle ze skrzyni będzie odchodziła; nieprzestanie więc wciąż działać swoim ciężarem, tylko że coraz mnieyszym. Przeto ztąd znowu taki wypadnie skutek, iak gdyby wciąż połowa ilości ciążyła, albo raczéy cała ilość wody tylko przez połowę wskazanéy długości drogi niedziałała; to iest, iak gdyby ciężar wody przestał działać w odległości $1\frac{1}{2}$ stopy przed nayniższym punktem koła. To daie na wysokość pionową znowu niezupełne 3 cale, czyli $\frac{1}{36}$ całéy wysokości spadku. Należy przeto odtrącić i te $\frac{1}{36}$ od całéy ilości skutku, iako na stratę z zawczesnego wypróżnienia się skrzyń pochodzącą.

Zmnieyszenie skutków siły nastąpi, iak się w ciągu rozprawy wyiaśniło, ieszcze i ztąd, że środek ciężkości wody nieprzebiega całéy wysokości słupa wody. Wysokość poziomu słupa pionowego wody w skrzyni nad poziom wody w środkowym walcu wynosi 9 stóp, ale wysokość środka ciężkości massy wody, czyli punktu silnego, iest tylko $8\frac{1}{2}$ stopy: trzeba zatém pół stopy wysokości pionowéy spadku, odtrącić, iako stratę na rozpoczęcie spadku od punktu niższego, niż sam poziom wody. Téy wysokości, od któréy massa wody podnosić się zaczęła, także środek ciężkości w swoim spadku dosiągnąć nie może dla tego, że w położeniu skrzyni naynizszém, iéy środek przypada o stopę powyżéy spodu: w téy zatém wysokości zatrzyma się iuż środek ciężkości w swoim spadku; przeto znowu iednę stopę wysokości pionowéy spadku trzeba odtrącić, iako stratę wynikaiącą z niemożności osiągnienia podczas spadku, przez środek ciężkości, téy wysokości, od iakiéy woda wznosić się poczęła. Pozostanie zatém tylko $7\frac{1}{2}$ stopy spadku dla środka ciężkości czynnéy massy wody.

Nareszcie, co się dotycze straty z tarcia, takowe w czopach machiny iest naywiększe; na to więc tylko potrzebuiemy zwrócić uwagę: bo tarcie wody w rurach przy ich obszerności i małém zagięciu, oraz tarcie w kurkach prawie nic nie

znaczy. Dla ocenienia tarcia w czopach, trzeba cały ciężar na te czopy zwalony obliczyć. A naprzód, co do walca środkowego, na przyiętą grubość i wysokość $3\frac{1}{4}$ stopy, każda z płaskich iego powiérzchni mieć będzie 11 st. kw.; powiérzchnia zaś krzywa 36, co razem 58 st. kw. uczyni. Dla mocy daymy grubości ścianom $\frac{1}{2}$ cala, a że na stopę kw. takiéy grubości idzie 18 f. żelaza lanego, przeto ciężar całego walca wyniesie $10\frac{1}{2}$ cetnara. Obwód każdéy rury wodę przepuszczaiącéy wynosi $3\frac{1}{7}$ stopy, długość 11 stóp, przeto powiérzchnia iednéy 35 st. kw. a powiérzchnia wszystkich 6 rur wypadnie 210 st. kw. Przyymuiąc $\frac{1}{4}$ cala na grubość tych rur, któreby i z blachy gwoździami spoionéy bydź mogły, cały ich ciężar wyniesie 19 cetnarów. Na powiérzchnią iednéy skrzyni wypada około 27 st. kw., więc na 6 skrzyń 162, co na wagę, przyymuiąc grubość iak rur, wyniesie $14\frac{1}{2}$ cet: Woda w 6 rurach wciąż zostaiąca wynosi 25 cet. Woda 3 skrzynie na raz zawsze wypełniaiąca wynosi $12\frac{1}{2}$ cet. Cały zatém ciężar wyliczonych mass wynosi $81\frac{1}{2}$ cet. A na pręty do połączenia skrzyń i rur, na śruby, rurki pomnieysze i t. p. przydaiąc dla zaokrąglenia liczby, $6\frac{1}{2}$ cet., cały ciężar, czyli nacisk czopów na podporę, naywięcéy na 88 cetnarów przyiąć należy. Żelazne czopy maią chodzić na mosiądzu, a z doświadczenia wiadomo: że opór tarcia tych me-

talów po smarowaniu, tylko $\frac{1}{8}$ prostopadłego ciśnienia wynosi, więc zrówna się 11 cetnarom. Przyymuiąc na średnicę czopa blisko 4 cale, więc na obwód 12 cali, droga iaką 11 cetnarowy ciężar, opór tarcia stanowiący, przebieży w 10 sekundach, wyniesie także iednę stopę. W tym samym czasie, środek ciężkości massy wody, 25 cetnarową siłę stanowiący, przebieży drogę pionową $7\frac{1}{2}$ stopy, przeto z pomnożenia wspomnionych ciężarów przez drogę w iednym czasie przebieżoną powstałe iloczyny 11 i 187, tak się do siebie maią iak 1 do 17; trzeba zatém na tarcie $\frac{1}{17}$ skutku siły odtrącić.

Z tego co poprzedzało wypada: że od spadku 9 stóp, iako téy wysokości, z któréy, gdyby massa wody wolno spadła, powtórnym skutkiem oddałaby całkowity pierwotny skutek siły pary, odtrąciwszy:

na niezupełne opuszczenie się środka ciężkości wody	1 stopę
na niezupełne podniesienie się iego . .	$\frac{1}{2}$ „
na tarcie	$\frac{1}{2}$ „
na zawczesny odpływ wody	$\frac{1}{4}$ „
na zapożny wpływ wody	$\frac{1}{4}$ „
razem	$2\frac{1}{2}$ stopy;

pozostanie zawsze iednak $6\frac{1}{2}$ stopy spadku pionowego, na skutek użyteczny: a gdybyśmy dla za-

okrąglenia liczby nawet $\frac{1}{2}$ stopy ieszcze odtrącili na nieprzewidziane przeszkody, to i tak całkowita strata naywięcéy ieżeli doydzie do $\frac{1}{8}$ siły pary. Pominąwszy zatém inne korzyści dotyczącę się raczéy wystawienia i utrzymania machiny, głównie zaś: że się można obeyść bez toczonego i polerowanego walca, oraz bez zamieniania ruchu prostokreślnego na obrotowy; bez częstéy naprawy; bez smaromania wielkich powiérzchni tłoka, którego nieszczelności dotąd ieszcze skutecznie nie zaradzono i t. p. znaczna wypadnie korzyść iuż w samém skutkowaniu machiny. Korzyść zaś takowa znaczniéy ieszcze wzrośnie, powiększaiąc machinę, iak to w ciągu rozprawy się okazało: bo z oddaleniem skrzyń dwa razy większém od środka obrotu, strata byłaby około połowy ieszcze mnieysza, więc niedochodziłaby $\frac{1}{6}$ całkowitey siły pary, gdy w zwyczaynych tłokowych, wielkich nawet, machinach wynosi prawie połowę.

Przyymuiąc wysokość spadku 6 stóp, czysty wypadek iednego obrotu machiny byłby taki, iak ze spadku $25\frac{1}{5}$ cet. (cetnar = 100 ft.) z wysokości 6 stóp w przeciągu 10 sekund: co odpowiada odwrotnie sile, któraby taki ciężar w tym samym czasie, do téy saméy wysokości podnieść mogła; albo takiéy, któraby na godzinę, czyli w 360 razy dłuższym czasie, 9072 cetnarów, czyli przeszło 185 metrów kubicznych (metr kub. = $24\frac{1}{2}$ cet.

wagi pol.) wody do wysokości 6 stóp podnieść zdołała; albo nareście takiéy, któraby do wysokości iednego metra (metr = 3 st. 5 cali 8 linii pol.) $319\frac{2}{3}$ metrów kubicznych wody na godzinę podnieść mogła.

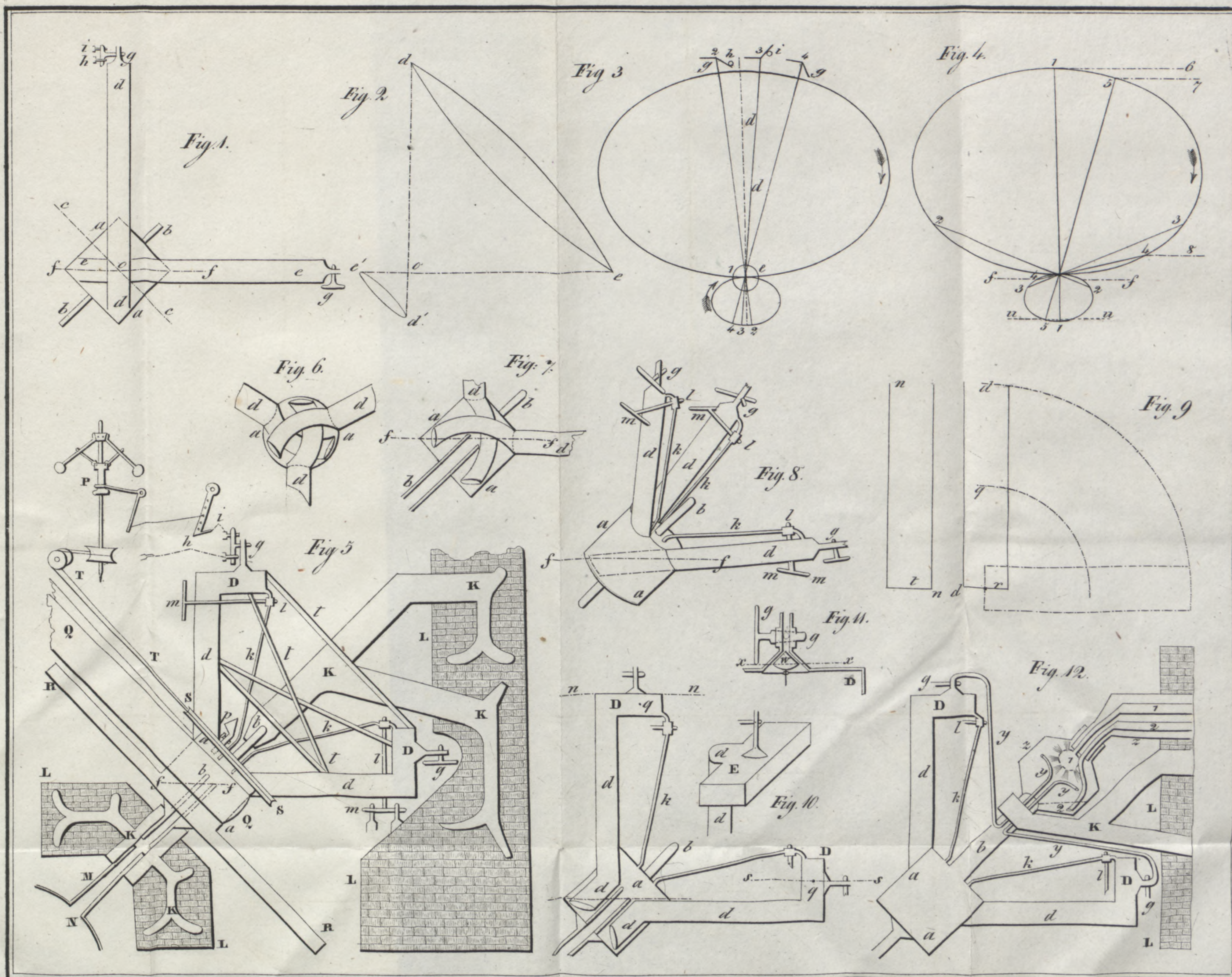
Podług P. Clement siła konia zdrowego dorosłego, pracuiącego dziennie 8 godzin, może bydź porównana z siłą, któraby podnieść mogła na godzinę, do wysokości metru, 100 metrów kubicznych wody. Zatém oznaczonéy wielkości machina nasza działałaby siłą przeszło 3 koni; a właściwie iako siła nieorganiczna, nieułegaiąca tak iak muszkularna znużeniu, niewymagaiąca tak iak ona spoczynku, zostaiąc w ciągu dnia w działaniu przez 16 godzin, zastąpiłaby 6 koni, a gdyby wciąż dzień i noc działać miała, zastąpiłaby blisko 10 koni.

Zwiększenie ieszcze siły machiny zależałoby od iéy powiększenia i pomnożenia rur, czyli od zwiększenia ilości wody, i oddalenia iéy większego od środka ruchu obrotowego. I tak, machina o 6 skrzyniach a podwóynych wymiarach, a przeto 8 razy iuż większą massę wody mieszczących, miałaby siłę 80 koni. Gdyby się zarazem skrzynie te oddaliły dwa razy więcéy za przedłużeniem rur o tyleż, więc o 16 stóp od środka obrotu, przybyłoby wówczas 8 razy więcéy wody z dwa razy większéy wysokości spadaiącéy, co 16 razy zwiększyłoby siłę machiny: więc za powiększeniem

machiny o raz ieden na wszystkie strony, siła iéy byłaby równą sile 160 koni. Podwaiaiąc liczbę rur, zamiast 6 daiąc ich 12, podwoiłaby się ieszcze ta siła. Nie iest zaś niepodobieństwem bardziéy ieszcze zwiększyć machinę.

Koszta wystawienia machiny niepodobna iest oznaczyć. Tyle iednak pewno, że gdy główna sztuka, to iest, toczony i polerowany walec ubywa, sztuka która stosunkowo naywięcéy kosztuie, koszta prosto odlanych i pospaianych części niewiele mogą wynosić, i pewno znacznie mniéy iak odpowiedniéy siły machin tłokowych.

Opisana parowa machina obrotowa, staćby się mogła, ile mi się zdaie, bardzo korzystną. Praktyczną drogą przecież dopiéro, stopień korzyści dokładnie mógłby się oznaczyć. Niemogąc iednak sam czynić doświadczeń, poddaię rzecz tę nietylko pod sąd narodowym przemysłem interesuiącéy się Publiczności, lecz nawet, za przyiemność widzenia urzeczywistniony własny pomysł, chętnie ią oddaię na korzyść każdego, kto próby zechce przedsięwziąść.



w Lito: T. Vivier.